

**DISEÑO DE UN LABORATORIO DE PRUEBAS PARA EL BALANCEO DE  
APLICACIONES WEB, BASES DE DATOS Y APLICACIONES Y ESCRITORIOS  
VIRTUALIZADOS, BASADO EN TECNOLOGÍA DE CITRIX, PARA LAS ÁREAS  
DE PREVENTA Y OPERACIONES DE LA EMPRESA VAITS-ACCESS TEAM**

**NICOLÁS BAUTISTA CORREA**

**UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA  
DIRECCIÓN DE POSTGRADOS  
ESPECIALIZACIÓN EN TELECOMUNICACIONES  
BOGOTÁ D.C.  
2016**

**DISEÑO DE UN LABORATORIO DE PRUEBAS PARA EL BALANCEO DE  
APLICACIONES WEB, BASES DE DATOS Y APLICACIONES Y ESCRITORIOS  
VIRTUALIZADOS, BASADO EN TECNOLOGÍA DE CITRIX, PARA LAS ÁREAS  
DE PREVENTA Y OPERACIONES DE LA EMPRESA VAITS-ACCESS TEAM**

**NICOLÁS BAUTISTA CORREA**

**Proyecto para optar el título de Especialista en Telecomunicaciones**

**Ing. ALVARO ESCOBAR ESCOBAR  
Tutor Temático del Proyecto  
Director Especialización en Seguridad Informática  
Director Especialización en Telecomunicaciones**

**UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA  
DIRECCIÓN DE POSTGRADOS  
ESPECIALIZACIÓN EN TELECOMUNICACIONES  
BOGOTÁ D.C.  
2016**

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Bogotá, 08 de Septiembre de 2016

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	13
1. JUSTIFICACIÓN	14
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
3. OBJETIVOS	16
3.1 OBJETIVO GENERAL	16
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
4. MARCO TEÓRICO	17
4.1 CITRIX	17
4.1.1 Protocolo ICA	18
4.2 VAITS-ACCESS TEAM	19
4.3 BALANCEADORES DE CARGA	20
4.4 NETSCALER COMO BALANCEADOR DE CARGA	23
4.4.1 Métodos de balanceo	25
4.5 NETSCALER COMO CONTROLADOR DE ENTREGA DE APLICACIONES	26
4.6 MERCADO DE CONTROLADORES DE ENTREGA DE APLICACIONES	27
5. DESARROLLO, RESULTADOS Y APORTES	28
5.1 TECNOLOGÍAS DE SOPORTE DEL LABORATORIO	29

5.1.1 Servidor físico	29
5.1.2 Hipervisor	30
5.1.2.1 Compatibilidad de hardware	30
5.1.2.2 Versiones de demostración o gratuitas	31
5.1.3 Decisiones Claves para el diseño de las tecnologías de soporte.	33
5.2 TECNOLOGÍAS WEB Y BASES DE DATOS A BALANCEAR	34
5.2.1 Compatibilidad con tecnologías Web	34
5.2.2 Escogencia de tecnología Web	34
5.2.3 Compatibilidad con tecnologías de bases de datos	36
5.2.4 Escogencia de las tecnologías de bases de datos	37
5.2.5 Decisiones Claves para el diseño de las tecnologías web y bases de datos	38
5.3 DISEÑO DE TECNOLOGÍAS DE VIRTUALIZACIÓN DE APLICACIONES Y ESCRITORIOS	39
5.3.1 Elementos necesarios para la virtualización de escritorios y aplicaciones	40
5.3.2 Elementos de soporte para la virtualización de aplicaciones y escritorios	42
5.3.3 Elementos susceptibles a ser balanceados por Citrix NetScaler	42
5.3.4 Distribución de elementos en servidores	42
5.3.5 Escritorio virtual entregado a los usuarios	45
5.3.6 Diseño para elementos de soporte para el ambiente de virtualización	46
5.3.7 Decisiones claves para el diseño de las tecnologías de virtualización de aplicaciones y escritorios	47
5.4 DISEÑO DE TOPOLOGÍA DE RED DEL LABORATORIO DE BALANCEO DE CARGA	49

5.4.1 Topología básica de red del laboratorio	49
5.4.2 Topología básica de red de Citrix NetScaler	51
5.4.4 Esquema de balanceo de las bases de datos	56
5.4.5 Esquema de balanceo de la infraestructura de virtualización de aplicaciones y escritorios.	58
5.4.6 Acceso de los usuarios al laboratorio	64
5.4.6 Decisiones claves para el diseño de la topología de red para el laboratorio de balanceo de cargas	67
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
BIBLIOGRAFÍA	71

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Métodos de balanceo y criterios de decisión	25
Tabla 2. Características físicas del servidor	29
Tabla 3. Comparación entre versiones gratuitas de hipervisores	33
Tabla 4. Criterios de decisión tecnologías de soporte	34
Tabla 5. Requerimientos mínimos de hardware para Ubuntu 14.04	36
Tabla 6. Diseño de máquinas virtuales para la instalación de aplicación Web	36
Tabla 7. Protocolos de bases de datos soportados por Citrix NetScaler	37
Tabla 8. Criterios de decisión de tecnologías web y bases de datos	39
Tabla 9. Bases de datos y tipos de bases soportadas por XenApp y XenDesktop 7.9	44
Tabla 10. Distribución de elementos y requerimientos de hardware y software de XenApp y XenDesktop 7.9 para el laboratorio	45
Tabla 11. Características de hardware y software de escritorio virtual	46
Tabla 12. Características de hardware y software del controlador de dominio.	46
Tabla 13. Registros DNS para los servidores de la infraestructura de virtualización de escritorios y aplicaciones	47
Tabla 14. Criterios de decisión de tecnologías web y bases de datos	48
Tabla 15. Características de hardware y software router VyOS	50
Tabla 16. Características de hardware, software y licencia de Citrix NetScaler VPX	51
Tabla 17. Direccionamiento IP NetScaler VPX	52

Tabla 18. Direccionamiento web y registro DNS de los servidores y balanceo de los servidores web	53
Tabla 19. Configuraciones de balanceo de servidores Web	55
Tabla 20. Configuraciones de servicios y método de balanceo para los servidores Web	58
Tabla 21. Configuraciones de balanceo de StoreFront en Citrix NetScaler	61
Tabla 22. Configuraciones de balanceo de Delivery Controller en Citrix NetScaler	62
Tabla 23. Configuraciones de balanceo de Director en Citrix NetScaler	63
Tabla 24. Direccionamiento IP de elementos de soporte de la infraestructura de virtualización de escritorios y aplicaciones	63
Tabla 25. Requerimientos para la instalación de XenCenter	64
Tabla 26. Requerimientos para la instalación de XenCenter	65
Tabla 27. Características de hardware, software de la máquina virtual de acceso al laboratorio de balanceo de cargas.	66
Tabla 28. Decisiones claves y resumen de recursos de cómputo utilizados para el laboratorio	68



## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Canales virtuales y representación cliente-servidor protocolo ICA	18
Figura 2. Balanceo de carga por medio de DNS Round Robin	20
Figura 3. Balanceo de carga por medio de dirección IP de cluster	21
Figura 4. Balanceo de carga por medio de hardware dedicado.	22
Figura 5. Componentes de balanceo de carga y flujo de tráfico.	24
Figura 6. Cuadro de Mágico de Gartner para controladores de entrega de aplicaciones año 2015.	27
Figura 7. Arquitectura común de Citrix XenApp y XenDesktop	40
Figura 8. Topología de red básica del laboratorio	49
Figura 9. Esquema de balance de los servidores Web	54
Figura 10. Esquema de balanceo de bases de datos Maestro-Esclavo	57
Figura 11. Esquema de balanceo de infraestructura de XenApp y XenDesktop 7.9	59
Figura 12. Esquema de balanceo de infraestructura.	65
Figura 13. Esquema de balanceo de infraestructura.	67

## GLOSARIO

CITRIX<sup>1</sup>: es una multinacional estadounidense que nace en 1989, la cual suministra soluciones de entrega de aplicaciones, virtualización, movilidad, entrega de redes y compartición de archivos.

BALANCEO DE CARGA DE SERVIDORES: “proceso y tecnología que distribuye el tráfico entre varios servidores usando un dispositivo basado en red.”<sup>2</sup>

CONTROLADORES DE ENTREGA DE APLICACIONES: “son dispositivos de redes fabricados a medida cuya función es mejorar el rendimiento, seguridad y flexibilidad de las aplicaciones entregadas a través de la web.”<sup>3</sup>

DNS: “sistema de nombre de dominio, es un directorio de servicio distribuido en Internet. Es usado la mayoría de las veces para traducir entre nombres de dominio y direcciones IPs y para controlar la entrega de correos electrónicos de Internet.”<sup>4</sup>

HIPERVISOR: “es un programa que permite alojar varias máquinas virtuales sobre un solo hardware. Cada una de estas máquinas virtuales o sistemas operativos serán capaces de correr sus propios programas, de tal forma que parecerá que el sistema tiene el procesador, memoria y recursos de hardware.”<sup>5</sup>

HTTP: “protocolo de transferencia de hipertexto, es un protocolo de capa de aplicación para los sistemas de información de hipermedia distribuidos y de colaboración”<sup>6</sup>.

ICA (INDEPENDENT COMPUTING ARCHITECTURE): “es un protocolo propietario de Citrix que permite la comunicación entre cliente-servidor, sin la necesidad que este asociado a ningún sistema operativo.”<sup>7</sup>

---

<sup>1</sup>CITRIX SYSTEMS, INC. Citrix Strategy. [en línea]. Disponible en Internet: URL <[https://www.citrix.com/content/dam/citrix/en\\_us/documents/solution-brief/citrix-strategy-brief.pdf](https://www.citrix.com/content/dam/citrix/en_us/documents/solution-brief/citrix-strategy-brief.pdf)>

<sup>2</sup> BOURKE, Tony. Server Load Balancing. Estados Unidos: O'Reilly & Associates, Inc, 2001. 3 p.

<sup>3</sup> CITRIX SYSTEMS, INC. What is an application delivery controller. [en línea]. 2016. Disponible en Internet: URL<[https://www.citrix.com/content/dam/citrix/en\\_us/documents/oth/what-is-an-application-delivery-controller-adc.pdf](https://www.citrix.com/content/dam/citrix/en_us/documents/oth/what-is-an-application-delivery-controller-adc.pdf)>.

<sup>4</sup> JAVVIN TECHNOLOGIES, INC. Network Protocols Handbook. 2 ed. Saratoga (California): Javvin Technologies Inc., 2005. 16 p.

<sup>5</sup> SUMASTRE, Michael Gabriel. Virtualization 101: What is a Hypervisor? [en línea]. PluralSight, 27, febrero, 2013. Disponible en internet: URL< <https://www.pluralsight.com/blog/it-ops/what-is-hypervisor>>

<sup>6</sup> FIEDLING, R; IRVINE, UC y GETTYS, J, et al. Hypertext Transfer Protocol – HTTP/1.1.[en línea]. The Internet Society, 1999. Disponible en Internet: URL<<https://tools.ietf.org/html/rfc2616#page-176>>

<sup>7</sup> BONUCHELLI, Giorgio. What is ICA Citrix? [en línea]. 30, septiembre, 2015. Disponible en Internet: URL<<http://blog.parallels.com/2015/09/30/what-is-ica-citrix/>>.

MÁQUINA VIRTUAL: “está formada por una BIOS y un conjunto de recursos de hardware (memoria, procesador, disco duro virtual, etc) que se utilizan como si fuera la máquina física. Dentro de una máquina virtual se puede instalar cualquier sistema operativo, siempre y cuando desde el programa para virtualizar soporte este sistema operativo.”<sup>8</sup>

NETSCALER: es un controlador de entrega de aplicaciones fabricado por Citrix, el cual “maximiza el desempeño y la disponibilidad de todas las aplicaciones e información, y también provee acceso seguro remoto a cualquier aplicación desde cualquier tipo de dispositivo”<sup>9</sup>.

VIRTUALIZACIÓN: “es una forma de abstraer aplicaciones y sus subyacentes componentes del hardware que las soporta y presenta una perspectiva lógica o virtual de estos recursos.”<sup>10</sup>

---

<sup>8</sup> NIÑO CAMAZON, Jesús. Sistemas operativos monopuesto. Madrid: Editorial Editex S.A, 2011. p. 93.

<sup>9</sup> CITRIX SYSTEMS, INC. Datasheet. [en línea], Citrix Systems Inc, 2016. Disponible en Internet: URL <[https://www.citrix.com/content/dam/citrix/en\\_us/documents/products-solutions/netscaler-datasheet.pdf](https://www.citrix.com/content/dam/citrix/en_us/documents/products-solutions/netscaler-datasheet.pdf)>

<sup>10</sup> KUSNETZKY, Dan. Virtualization: A Managers' Guide. Sebastopol: O'Reilly Media, Inc, 2011. p. 1.

## **RESUMEN**

En este trabajo se busca diseñar un laboratorio de balanceo de aplicaciones web, bases de datos y virtualización de aplicaciones y escritorios basados en tecnología del fabricante multinacional Citrix, y enfocado hacia las áreas de operación de preventa de la empresa VAITS-ACCESS TEAM. En el diseño se contempla fijar cada uno de los componentes de hardware y software necesarios para la construcción del mismo, tomando en consideración las tecnologías físicas y virtuales de apoyo, las tecnologías compatibles con el balanceador de carga Citrix NetScaler, las tecnologías de virtualización de aplicaciones y escritorios de Citrix XenApp y XenDesktop, los esquemas de balanceo y la topología de red para la integración con la red actual de VAITS-ACCESS TEAM, al igual que el acceso de los usuarios para la administración y uso del laboratorio.

Este trabajo resulta ser la base fundamental para la posterior implementación del laboratorio, y establece algunos pasos para la ampliación de funcionalidades del mismo, como fases posteriores de este proyecto.

Palabras Claves - Citrix, diseño, balanceo de carga de servidores, Citrix NetScaler, controlador de entrega de aplicaciones, máquina virtual, virtualización, base de datos, aplicación web.

## INTRODUCCIÓN

VAITS-ACCESS TEAM es una empresa de TI recientemente fusionada, que nace en enero de 2015, y es especializada en el acceso ágil y seguro de información, a través de tecnologías de almacenamiento, recuperación de desastres y de virtualización de servidores, escritorios y aplicaciones. La empresa ofrece servicios de consultoría, implementación y operación de tecnologías de distintos fabricantes (Citrix, VMWARE, Cisco, NetApp, entre otros), y su base de clientes se encuentran en distintos sectores de la economía como en el sector financiero, petrolero, asegurador, gubernamentales, entre otros.

Con el fin de fortalecer sus procesos de preventa y operaciones de la unidad de negocio de virtualización, VAITS-ACCESS TEAM requiere de un mecanismo que le permita realizar demostraciones (pruebas de concepto) de los productos que comercializa ante los clientes, y a su vez, contar con una herramienta para hacer pruebas de nuevas funcionalidades y de soluciones de problemas surgidos en las plataformas instaladas en sus clientes, como balanceadores de carga y plataformas de virtualización de escritorios y aplicaciones.

En este proyecto de investigación se busca proponer el diseño de un laboratorio de pruebas para las áreas de preventa y operaciones, en este caso, enfocado en el balanceo de aplicaciones web, bases de datos y aplicaciones y escritorios virtualizados, para ayudar a acelerar sus procesos de ventas y ampliación de la base de clientes, y brindar soluciones efectivas en las plataformas de los clientes actuales, con el aseguramiento de procedimientos de implementación y/o soporte realizados previamente en un ambiente de pruebas.

## **1. JUSTIFICACIÓN**

La empresa VAITS-ACCESS TEAM es socia del fabricante estadounidense CITRIX, el cual es líder en el mercado en la virtualización de escritorios y aplicaciones para entornos empresariales. CITRIX ofrece dentro de su portafolio el producto NetScaler, el cual es un balanceador de aplicaciones web, bases de datos y la infraestructura de virtualización de CITRIX (representado en los productos XenApp y XenDesktop).

Dentro de sus procesos de preventa de la unidad de negocio de virtualización (balanceadores, virtualización de escritorios y aplicaciones), la empresa VAITS-ACCESS TEAM no cuenta con un laboratorio de pruebas propio que le permita hacer demostraciones de los productos ante los clientes, y de esta manera ayudar a acelerar los procesos de venta ante clientes actuales o clientes nuevos. A pesar que CITRIX ofrece un ambiente de demostraciones bajo demanda de sus productos, el acceso a éste tiene un costo y además es por un tiempo limitado.

De igual manera, para el área operaciones es importante realizar pruebas que permitan validar soluciones ante problemas presentados en las plataformas de los clientes, lo cual minimice el riesgo de su aplicación ante maniobras mal ejecutadas o procedimientos que conlleven a indisponibilidades en los servicios no previstos y que causen insatisfacción en los clientes. De la misma importancia, resulta fundamental realizar pruebas de validación de nuevas funcionalidades de estos productos, para que su implementación en los clientes resulte más efectiva, identificando y reduciendo sus riesgos.

Por estas razones, es importante para la empresa VAITS-ACCESS TEAM diseñar un laboratorio de pruebas para las áreas de preventa y operaciones, enfocándose en el balanceo de aplicaciones web, bases de datos e infraestructura de virtualización de aplicaciones y escritorios, y este proyecto busca ser una propuesta justificada para su posterior implementación.

## **2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Para las empresas, en general, contar con un mecanismo que les permita replicar funcionalidades de sus productos que comercializan es de gran importancia ya que influye directamente en el crecimiento de su mercado, fortaleciendo el área de la preventa. A su vez, este mecanismo podría permitir el descubrimiento nuevas funcionalidades y soluciones a problemas que manifiestan los clientes actuales. Actualmente los procesos de ventas de balanceadores y de productos de virtualización de aplicaciones y escritorios de CITRIX, dentro de la empresa VAITS-ACCESS TEAM, son lentos, sobretodo en clientes nuevos que no conocen el funcionamiento de estos productos. De igual forma, los procesos de operación (implementación y soporte), en algunas ocasiones, no son tan efectivos ya que no existe una herramienta que permita replicar los problemas manifestados por los clientes y se incurre varias veces en procesos de ensayo y error en sus plataformas, ya sea a la hora de encontrar la solución de un problema, o en el momento de implementar nuevos productos o funcionalidades solicitados por los mismos clientes.

Por lo tanto, es pertinente preguntar ¿de qué manera la empresa VAITS-ACCESS TEAM podría acelerar sus procesos de preventa y de operaciones, desde el punto de vista técnico, que le permita realizar demostraciones de los productos de balanceadores y de aplicaciones y escritorios virtualizados, basados en la tecnología de CITRIX, y sirva para la realización de pruebas de procedimientos de soporte e implementación de estas tecnologías?

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un laboratorio de pruebas para el balanceo de aplicaciones web, bases de datos y aplicaciones y escritorios virtualizados, basado en la tecnología de CITRIX, para las áreas de preventa y operaciones de la empresa VAITS-ACCESS TEAM.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la tecnología física y virtual adecuada sobre la cual se va a soportar el ambiente de laboratorio.
- Especificar las tecnologías web y bases de datos que son compatibles con el balanceador de CITRIX – NetScaler, dimensionando los recursos de cómputo, red y costos de cada una de ellas.
- Seleccionar las tecnologías web y bases de datos que conformarán el laboratorio de pruebas, de acuerdo a los recursos de cómputo, red y costos especificados.
- Diseñar una plataforma básica de virtualización de aplicaciones y escritorios a través de los productos de XenApp y XenDesktop de CITRIX, determinando los recursos de cómputo y red necesarios.
- Establecer la topología de red necesaria para el montaje de laboratorio, teniendo en cuenta las plataformas web, bases de datos y de virtualización escogidas, considerando la forma de acceso al laboratorio por parte de los usuarios.



## 4. MARCO TEÓRICO

### 4.1 CITRIX

Citrix Systems, Inc. es una multinacional estadounidense que nace en 1989, y cuyo fundador es Edward Icobucci<sup>11</sup>. Actualmente sus oficinas centrales se encuentran ubicadas en la Florida (Fort Lauderdale) y en California (Santa Clara), y a su vez tiene oficinas regionales en Hong Kong, Japón, India y Suiza. En Colombia, actualmente Citrix tiene presencia con su propia oficina de ventas ubicada en Bogotá.

Desde su fundación, Citrix se ha establecido bajo un principio: “hacer de las aplicaciones y los datos seguros y de fácil acceso, desde cualquier lugar, en cualquier momento y desde cualquier dispositivo o red.<sup>12</sup>”. De esta forma, se puede establecer que Citrix es una compañía de tecnología que ofrece a las empresas soluciones de entrega de aplicaciones, virtualización, movilidad, entrega de redes y compartición de archivos, que permite a los empleados de estas empresas trabajar desde cualquier lugar y en cualquier momento, mientras que estas empresas puedan administrar y desplegar estos sistemas de forma segura a sus usuarios, por medio de esquemas de nubes públicas o privadas.

Citrix y Microsoft han trabajado de la mano casi desde los inicios de Citrix, de tal forma que por medio de Citrix se pueden entregar a los usuarios, de forma remota, aplicaciones y escritorios virtualizados basados en Windows, lo cual ha favorecido el crecimiento de Citrix dentro del entorno empresarial. Actualmente los productos de Citrix que hacen entrega de aplicaciones y escritorios virtualizados se denominan XenApp y XenDesktop.

Por otra parte, Citrix ha realizado la compra de otras compañías para ingresar a nuevos mercados, y de esta forma fortalecer y complementar su portafolio de productos. Es así que en el año 2005 adquiere la compañía NetScaler<sup>13</sup>, cuyo producto tiene el mismo nombre, el cual es un balanceador y optimizador de

---

<sup>11</sup> REFERENCE FOR BUSINESS. Citrix Systems, Inc. - Company Profile, Information, Business Description, History, Background Information on Citrix Systems, Inc. [en línea]. Disponible en Internet: URL <<http://www.referenceforbusiness.com/history2/98/Citrix-Systems-Inc.html#ixzz4IndsfBvV>>

<sup>12</sup> CITRIX SYSTEMS, INC. Powering Digital Transformation. [en línea]. Disponible en Internet: URL <<https://www.citrix.com/about/>>

<sup>13</sup> SECURITIES AND EXCHANGE COMMISSION. Form 8-K. [en línea]. [Washington DC]: 1 de Junio de 2005. Disponible en Internet: URL <<http://investors.citrix.com/secfiling.cfm?filingID=1157523-05-5210&CIK=877890>>

tráfico hacia los servidores, y de esta forma Citrix ingresa al mercado de los Controladores de Entrega de Aplicaciones (ADC, en su sigla en inglés). Citrix NetScaler se integra con XenApp y XenDesktop en el balanceo de carga de algunos de sus componentes y en el acceso remoto y seguro hacia las aplicaciones y escritorios virtualizados.

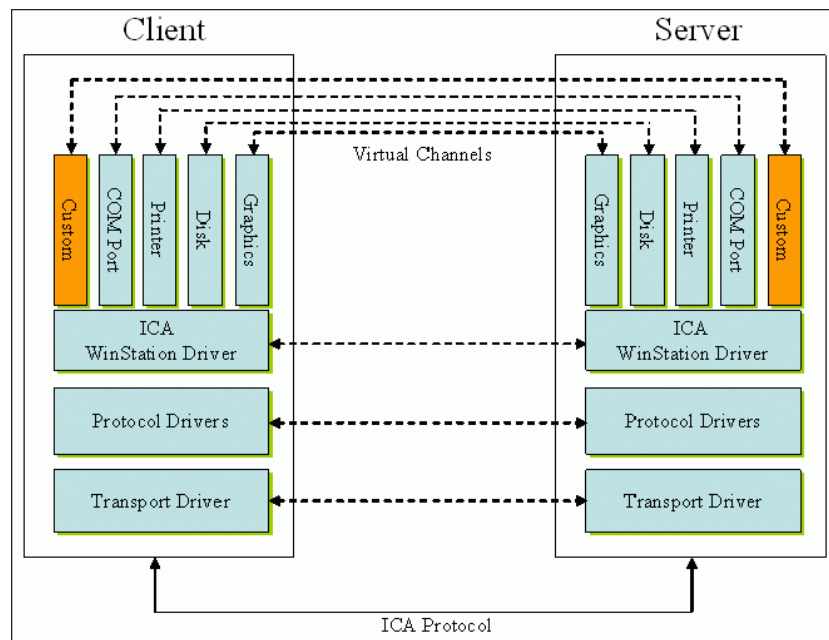
**4.1.1 Protocolo ICA.** Uno de los desarrollos que ha permitido que desde cualquier dispositivo se pueda tener acceso remoto a aplicaciones y escritorios virtualizados es el protocolo ICA (Independent Computing Architect). “Protocolo ICA es un protocolo propietario de Citrix que permite la comunicación entre cliente-servidor, sin la necesidad que este asociado a ningún sistema operativo<sup>14</sup>”, lo cual significa que por ejemplo, desde cualquier dispositivo cliente puedas acceder a una aplicación basada en Windows o Linux.

El protocolo ICA es un protocolo que se ubica sobre la capa de presentación (sexta capa del modelo OSI), lo cual lo hace independiente de protocolos de red o de transporte. En el modelo TCP/IP, el protocolo ICA utiliza el puerto 1494 y 2598 para el restablecimiento de la sesión. El protocolo ICA está basado en canales virtuales, los cuales cumplen funciones específicas. Por ejemplo existe un canal propio para audio, otro para el manejo de impresoras, entre otros. Cada canal virtual representa un respectivo controlador (en inglés “driver”). En la Figura 1 se evidencia la conexión cliente- servidor y la representación de los canales virtuales del protocolo ICA.

Figura 1. Canales virtuales y representación cliente-servidor protocolo ICA

---

<sup>14</sup> BONUCHELLI, Giorgio. What is ICA Citrix? [en línea]. 30 de Septiembre de 2015. Disponible en Internet: URL<<http://blog.parallels.com/2015/09/30/what-is-ica-citrix/>>



Fuente: CITRIX SYSTEMS, INC. Citrix ICA virtual Channel Overview. [en línea]. Citrix Systems, Inc, 15 de Agosto 2014. Disponible en Internet: URL<<http://support.citrix.com/article/CTX116890>>

Dentro de los últimos avances que Citrix ha realizado para el mejoramiento del protocolo ICA, es una tecnología denominada HDX, la cual busca suplir las necesidades de las aplicaciones que exigen mayor procesamiento, para mejorar la experiencia de usuario al utilizar las aplicaciones virtualizadas, y cuyo rendimiento sea igual a una aplicación instalada localmente en el dispositivo del usuario.<sup>15</sup>

XenApp y XenDesktop basan su funcionamiento en el protocolo ICA y en las tecnologías HDX.

## 4.2 VAITS-ACCESS TEAM

VAITS-ACCESS TEAM es una empresa que nace en Enero del año 2015, producto de una fusión entre las 2 empresas del mismo nombre. Actualmente VAITS-ACCESS TEAM es una empresa de tecnología que ofrece “soluciones de disponibilidad, respaldo de información, virtualización y espacios de trabajo

<sup>15</sup> CITRIX SYSTEMS, INC. HDX technologies for optimizing application and desktop delivery. White Paper. [en línea]. Citrix Systems, Inc, 2015. p.2. Disponible en Internet. URL<[https://www.citrix.com/content/dam/citrix/en\\_us/documents/products-solutions/citrix-hdx-technologies.pdf](https://www.citrix.com/content/dam/citrix/en_us/documents/products-solutions/citrix-hdx-technologies.pdf)>

móvil<sup>16</sup>”. Es socia de varias empresas tecnológicas reconocidas como NetApp, Nutanix, Symantec, VMWare, Asigra, Citrix, entre otras. Ofrece servicios de consultoría, diseño, implementación y administración de soluciones de almacenamiento, archivado, replica y alta disponibilidad de la información, al igual que la virtualización de aplicaciones, escritorios, servidores y optimización de infraestructura web y redes WAN.

Citrix utiliza la modalidad de socios para expandir sus mercados sin necesidad de tener una presencia directa. Citrix clasifica a sus socios de acuerdo a sus niveles de ventas y de certificaciones de sus productos. VAITS-ACCESSTEAM es un socio “Platinum” de Citrix, el cual representa la categoría más alta de socio.

### 4.3 BALANCEADORES DE CARGA

El balanceo de carga es un método de red para distribuir la carga de trabajo entre varios servidores, y de esta forma, aumentar la disponibilidad de las aplicaciones, maximizar la utilización de los recursos, minimizar los tiempos de respuesta y evitar sobrecarga sobre los servidores<sup>17</sup>. El balanceo de carga se puede llevar a cabo a través de software, hardware o una combinación de ambos.

Los primeros balanceadores de carga funcionaban bajo un método de Round Robin DNS, en el cual un solo dominio DNS podía resolver múltiples direcciones IPs que correspondían a varios servidores, con lo cual las peticiones de los clientes podían ser respondidas por distintos servidores<sup>18</sup>. A pesar de que este método podía distribuir la carga entre varios servidores, no se podía conocer el estado de funcionamiento los mismos, por lo que las peticiones de los usuarios podía caer en servidores que podían estar fuera de servicio, hasta que se retirara la dirección IP de este servidor del registro DNS. En la Figura 2 se muestra el esquema de balanceo basado en dominios DNS.

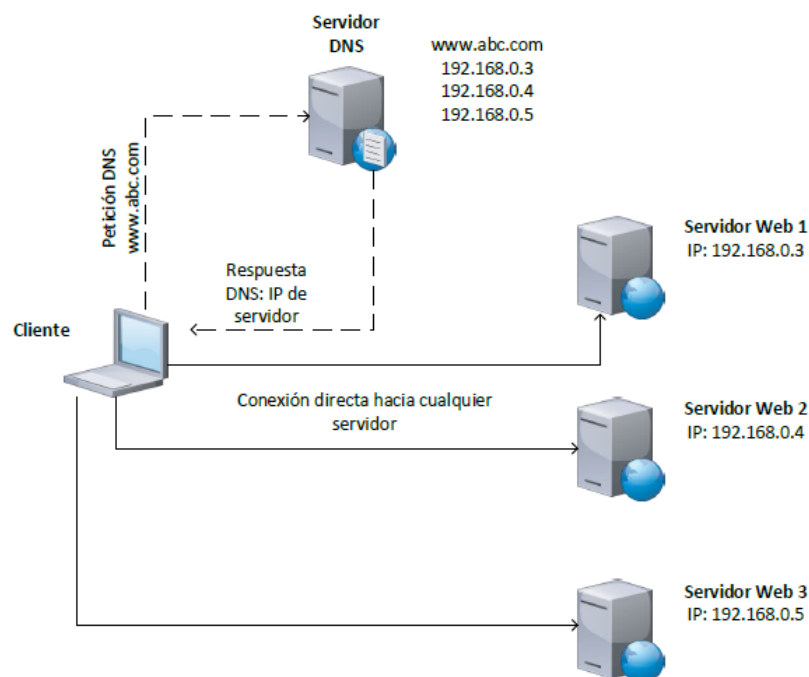
Figura 2. Balanceo de carga por medio de DNS Round Robin

---

<sup>16</sup> VAITS-ACCESSTEAM. Mas Especialidades. [en línea]. Disponible en Internet: URL <<http://www.vaits.com/>>

<sup>17</sup> CITRIX SYSTEMS, INC. What is an Application Delivery Controller (ADC)? [en línea]. White Paper. Citrix Systems, Inc, 2016. Disponible en Internet: URL<[https://www.citrix.com/content/dam/citrix/en\\_us/documents/products-solutions/what-is-an-application-delivery-controller-adc.pdf](https://www.citrix.com/content/dam/citrix/en_us/documents/products-solutions/what-is-an-application-delivery-controller-adc.pdf)>

<sup>18</sup> SALCHOW, KJ. Load Balancing 101: The Evolution to Application Delivery Controllers [en Línea]. White Paper. F5 Networks, Inc, 23 de Abril de 2012. Disponible desde Internet: URL <<https://f5.com/Portals/1/Cache/Pdfs/2421/load-balancing-101-the-evolution-to-application-delivery-controllers-.pdf>>.

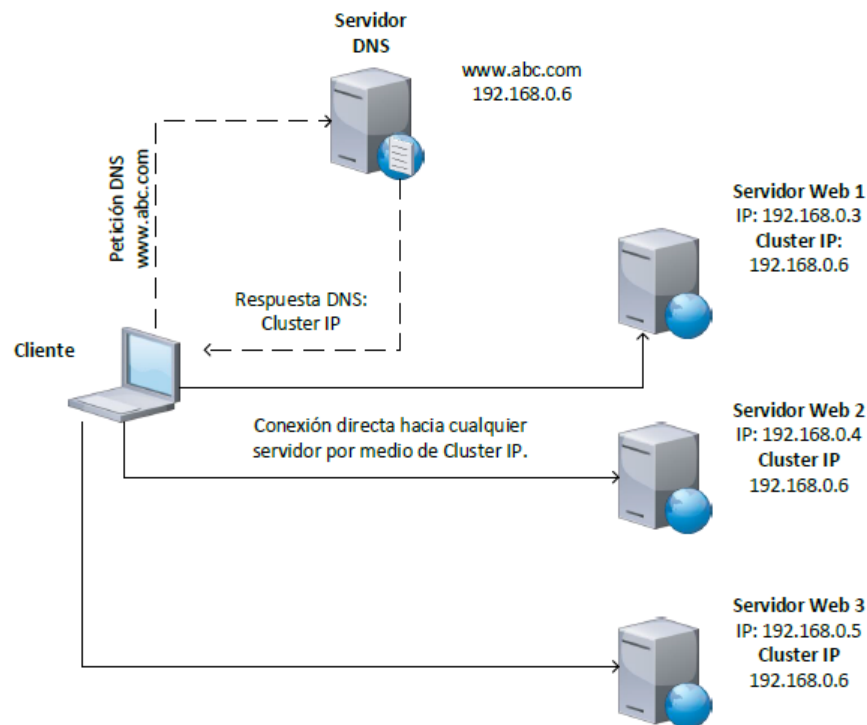


Autor: Nicolás Bautista

Luego surgen los balanceadores basados en software, que son instalados dentro del sistema operativo del servidor donde está alojada la aplicación, los cuales, a diferencia de los balanceadores basados en DNS, asocian una sola dirección IP a todos los servidores (denominada Cluster IP), aparte de la dirección IP propia de cada servidor<sup>19</sup>. De esta manera los usuarios se conectaban directamente a esta Cluster IP, y el primer servidor que contestaba esta petición podía redirigirla hacia su propia dirección IP o la dirección IP de otro servidor. Una ventaja de este esquema es que entre los servidores se compartían información del estado de cada uno, lo cual permitía identificar que servidores se encontraban disponibles para recibir peticiones de los clientes y cuales se encontraban fuera de servicio. Pero el balanceo dependía del mismo desarrollador de la aplicación, y existían aplicaciones que no proveían de tecnología de balanceo. En la Figura 3 se puede apreciar el esquema de balanceo a través de una dirección IP de cluster compartida entre los servidores.

Figura 3. Balanceo de carga por medio de dirección IP de cluster

<sup>19</sup> SALCHOW, KJ. Load Balancing 101: The Evolution to Application Delivery Controllers [en Línea]. White Paper. F5 Networks, Inc, 23 de Abril de 2012. Disponible desde Internet: URL <<https://f5.com/Portals/1/Cache/Pdfs/2421/load-balancing-101-the-evolution-to-application-delivery-controllers-.pdf>>.

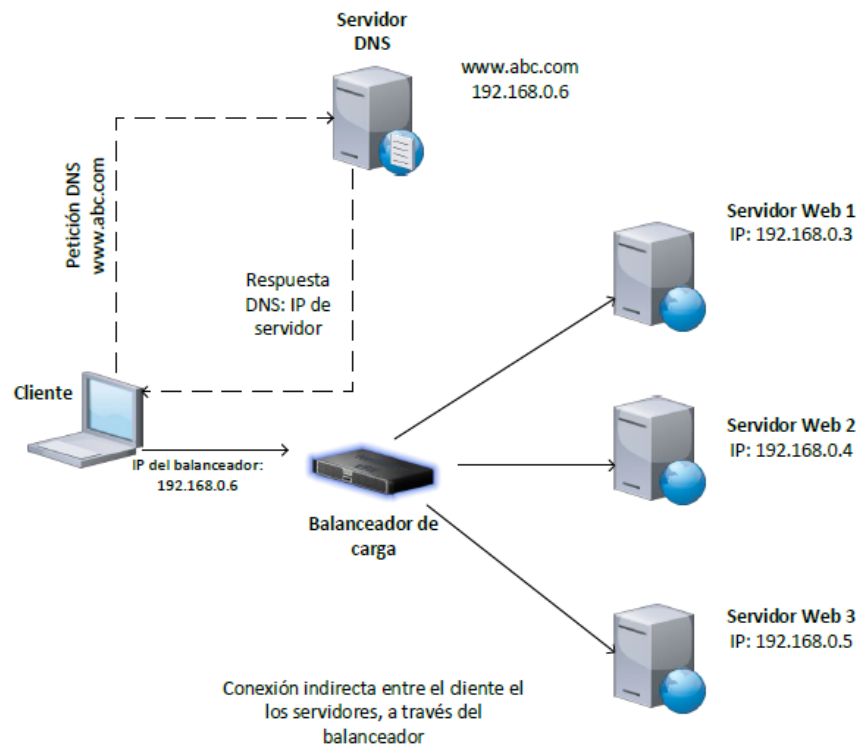


Autor: Nicolás Bautista

Siguiendo con la evolución de los balanceadores, luego surgieron los que funcionaban bajo una plataforma independiente del servidor DNS y de la aplicación, y con una funcionalidad dedicada al balanceo. En esta ocasión, estos balanceadores recibían las peticiones de los usuarios a través de una sola dirección IP, y luego el balanceador se encargaba de escoger el servidor, a través de algún algoritmo de balanceo, para enviar la petición del usuario. Este esquema permite examinar el estado de cada servidor, y en caso de presentarse algún problema de funcionamiento con alguno de ellos, se tiene la capacidad de dejar de enviar peticiones de usuarios hacia este servidor de forma automática. Además añade una capa de seguridad, dado que los clientes no tienen una conexión directa con los servidores<sup>20</sup>. Este tipo de balanceadores son denominados balanceadores TCP/IP. En la Figura 4 se muestra el esquema de un balanceador de carga dedicado, el cual se incluye como un elemento más dentro de la red.

Figura 4. Balanceo de carga por medio de hardware dedicado.

<sup>20</sup> CITRIX SYSTEMS, INC. What is an Application Delivery Controller (ADC)? [en línea]. White Paper. Citrix Systems. Inc, 2016. Disponible en Internet: URL<[https://www.citrix.com/content/dam/citrix/en\\_us/documents/products-solutions/what-is-an-application-delivery-controller-adc.pdf](https://www.citrix.com/content/dam/citrix/en_us/documents/products-solutions/what-is-an-application-delivery-controller-adc.pdf)>



Autor: Nicolás Bautista

#### 4.4 NETSCALER COMO BALANCEADOR DE CARGA

Uno de los fabricantes de controladores de entrega de aplicaciones es Citrix, cuyo producto se llama NetScaler, y es considerado como líder en su mercado<sup>21</sup>. NetScaler se basa sobre el kernel de código abierto Free-BSD y presenta 3 modelos de tecnologías: basado en software (modelo VPX), basado en hardware (MPX) y la mezcla de ambos modelos anteriores (modelo SDX).

El funcionamiento de NetScaler se basa en balanceadores TCP/IP, en donde los clientes realizan peticiones hacia una entidad denominada virtual server de balanceo de carga, la cual tiene asignada una dirección IP virtual y se encarga de realizar el balanceo de las solicitudes hacia los servidores y base de datos, por medio del algoritmo de balanceo que se configure. Para llevar a cabo este balanceo, NetScaler se comporta como un reverse proxy, el cual modifica las

<sup>21</sup> PEREIRA, Melisa. Citrix Positioned for de Eight Consecutive Year in the Leaders Quadrant for Application Delivery [en línea]. [citado en 27 de Octubre de 2014]  
<<http://investors.citrix.com/releasedetail.cfm?releaseid=878251>>

direcciones IP de origen y destino provenientes del cliente, y las cambia para hacer creer al servidor o base de datos que la conexión la origina NetScaler, y por otro lado, asegura que el cliente no se conecte directamente al servidor, lo cual le agrega un capa de seguridad al esquema de balanceo.

Los componentes para la configuración de balanceo de tráfico que utiliza NetScaler son<sup>22</sup>:

- Servidor: Es una entidad que permite identificar al servidor a ser balanceado, por medio de un nombre y asociarlo a una dirección IP. Esta entidad se asocia a una entidad denominada servicio.
- Servicio: Representa una abstracción lógica de la aplicación que corre en el servidor, por lo cual permite asociar un servidor (dirección IP) con número de puerto (puerto de capa de transporte del modelo OSI y modelo TCP/IP) y un protocolo, y de esta forma NetScaler envía las peticiones de los usuarios hacia la respectiva aplicación que corre sobre el servidor. Esta entidad se vincula hacia otra entidad denominada virtual server de balanceo de carga.
- Virtual Server de balanceo de carga: Es la entidad que recibe las peticiones de los usuarios cuando éstos acceden hacia alguna aplicación balanceada. Tiene asociada una dirección IP (denominada Virtual IP), un puerto y un protocolo y se encarga de tomar la decisión de enviar el requerimiento del usuario hacia uno u otro servidor que aloja la misma aplicación, y lo hace por medio del método de balanceo que tenga configurado.
- Monitor: Se encarga de vigilar el estado del servicio para garantizar que funcione de forma adecuada. Ésta entidad envía pruebas de forma periódica y si detecta que el servicio no responde de forma correcta a éstas, es capaz de cambiar el estado del servicio, de tal forma que NetScaler no envíe el tráfico de los usuarios a este servicio hasta que el monitor detecte una respuesta adecuada del servicio.

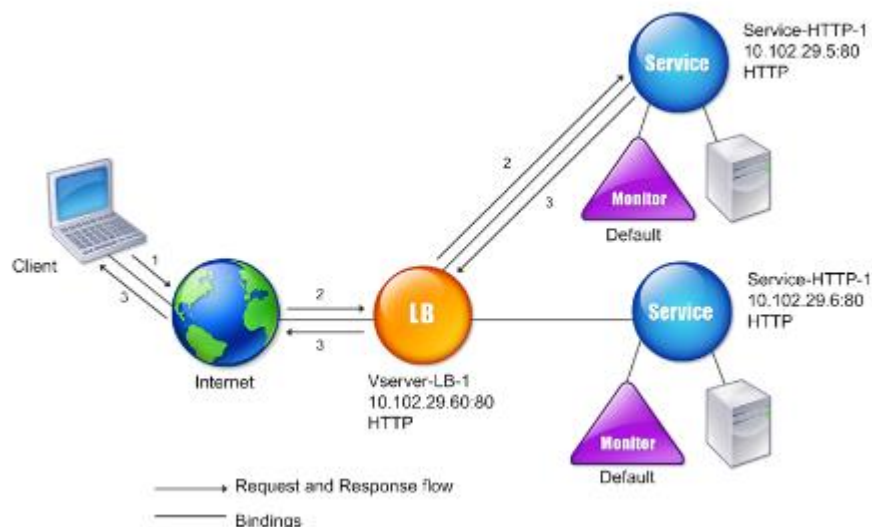
En la Figura 5 se pueden observar cada uno de los componentes de configuración de balanceo de carga sobre NetScaler y el flujo de tráfico que se genera a partir de la solicitud del cliente, la cual llega al virtual server de balanceo de carga, quien a su vez toma la decisión de enviar el tráfico hacia uno de los servicios, y luego de vuelta la respuesta de la aplicación enviada al cliente a través de NetScaler.

Figura 5. Componentes de balanceo de carga y flujo de tráfico.

---

<sup>22</sup> CITRIX SYSTEMS, INC. How Load balancing works. Citrix Product Documentation. [en línea]. Citrix Systems Inc, 21 de Octubre de 2015. Disponible en Internet: URL<<https://docs.citrix.com/en-us/netscaler/11/traffic-management/load-balancing/load-balancing-how-it-works.html>>





Fuente: CITRIX SYSTEMS, INC. How Load balancing works. Citrix Product Documentation. [en línea]. Citrix Systems, Inc, 21 de Octubre de 2015. Disponible en Internet: URL<<https://docs.citrix.com/en-us/netScaler/11/traffic-management/load-balancing/load-balancing-how-it-works.html>>

**4.4.1 Métodos de balanceo.** La toma decisión para enviar la solicitud de un usuario hacia uno u otro servicio se basa en el método de balanceo que se tenga configurado en el virtual server de balanceo. A continuación, en la Tabla 1 se mencionan los algoritmos de balanceo soportado por NetScaler y su criterio para enviar las peticiones de los usuarios hacia los servicios.

Tabla 1. Métodos de balanceo y criterios de decisión

Método de balanceo	Criterio de evaluación
Least Connection	Menor número de conexiones activas hacia un servicio, definiendo conexión como las peticiones enviadas por un usuario hacia un virtual server y que el virtual server envía hacia el servicio. A nivel de HTTP y HTTPS, una conexión activa es una petición que no ha recibido una respuesta por parte del servidor.
Round Robin	Toma los servicios como una lista, y recibe petición el primero que se encuentra en la lista. Cuando recibe la petición, el servicio es trasladado al fondo de la lista.
Least Response Time	Selecciona el servicio que tenga menor cantidad de conexiones activas y el tiempo de respuesta promedio más bajo. El tiempo de respuesta se denomina TTFB (Time to First Byte), el cual es el lapso de tiempo entre el primer paquete

	enviado al servicio y el primer paquete de respuesta recibido del servicio
Least Bandwith	Selecciona el servicio que este sirviendo la menor cantidad de tráfico, medido en Mbps (Megabits por segundo). Esta medición la realiza NetScaler, sumando la cantidad de tráfico enviado y recibido en los últimos 14 segundos
Least Packet	El virtual server de balanceo selecciona el servicio que recibido la menor cantidad de paquetes en los últimos 14 segundos.
Custom Load	La decisión de enviar una petición hacia un servicio es determinado por parámetros en los servicios como CPU, memoria y tiempo de respuesta, a lo cual se denomina carga (en inglés, Load). Este parámetro de carga se obtiene con un monitor de carga asociado al servicio, el cual utiliza SNMP para obtener la medición de memoria y CPU.
Token	El servicio es seleccionado basada en información que se extrae de la petición del cliente, la cual constituye el token. Las siguientes peticiones del mismo cliente son enviadas al mismo servidor, debido a que el token no cambia.
Fuente: CITRIX SYSTEMS,INC. Load Balancing Algorithms. Citrix Product Documentation. [en línea]. Citrix Syemts, Inc, 29 de Agosto de 2013. Disponible en Internet: URL< <a href="https://docs.citrix.com/en-us/netscaler/11/traffic-management/load-balancing/load-balancing-customizing-algorithms.html">https://docs.citrix.com/en-us/netscaler/11/traffic-management/load-balancing/load-balancing-customizing-algorithms.html</a> >	

#### 4.5 CITRIX NETSCALER COMO CONTROLADOR DE ENTREGA DE APLICACIONES

Hoy en día a los balanceadores de carga se les han añadido más funcionalidades, de tal manera que este tipos de dispositivos son conocidos en el mercado como Controlador de Entrega de Aplicaciones (ADC), porque no solamente se encarga del balanceo de carga de tráfico hacia los servidores, sino también de mejorar el desempeño y la seguridad de las aplicaciones entregadas a los usuarios, mediante sus distintas opciones de configuración<sup>23</sup>. Entre ellas compresión HTTP, caché de contenido estático y dinámico, cifrado y descifrado de tráfico SSL, balanceo a nivel de capa 7, seguridad a nivel de aplicaciones (Web Application

<sup>23</sup> CITRIX SYSTEMS, INC. What is an Application Delivery Controller (ADC)? [en línea]. White Paper. Citrix Systems. Inc, 2016. Disponible en Internet: URL<[https://www.citrix.com/content/dam/citrix/en\\_us/documents/products-solutions/what-is-an-application-delivery-controller-adc.pdf](https://www.citrix.com/content/dam/citrix/en_us/documents/products-solutions/what-is-an-application-delivery-controller-adc.pdf)>

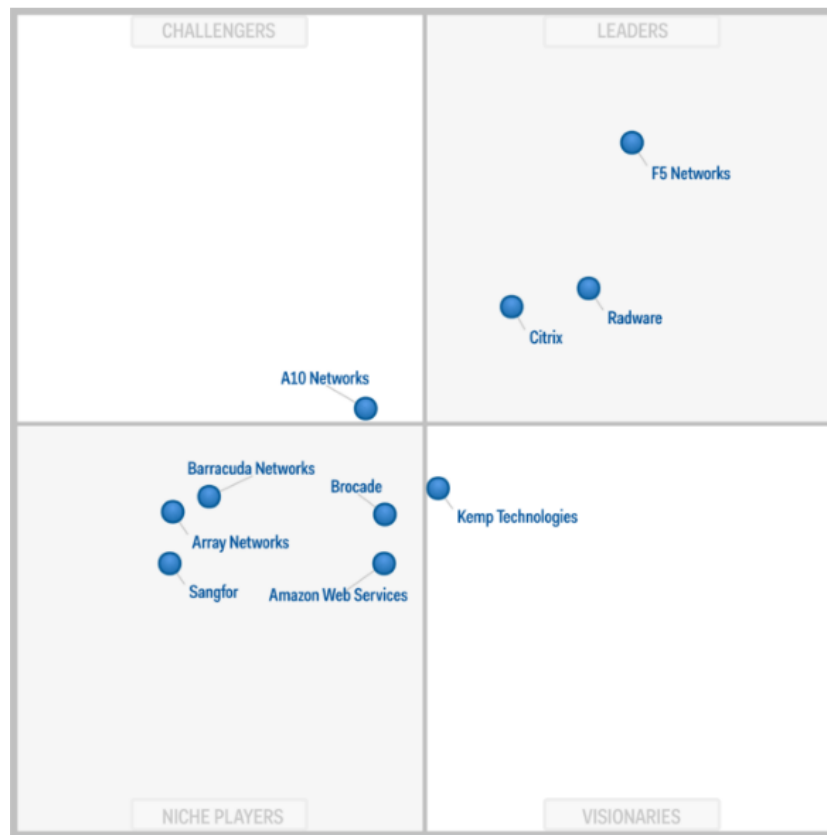
Firewall) entre otras. Además son capaces de balancear servidores web, aplicaciones de tipo comercial como SharePoint, Exchange, bases de datos, entre otros.

Además Citrix NetScaler se integra con los productos de virtualización de escritorios y aplicaciones de Citrix, a través del balanceo de carga de algunos de sus componentes y además porque permite el acceso externo (desde redes como Internet) a este tipo de aplicaciones y escritorios a través de NetScaler Gateway, el cual habilita este acceso por medio de VPN de tipo SSL.

#### **4.6 MERCADO DE CONTROLADORES DE ENTREGA DE APLICACIONES**

Según el cuadro mágico de Gartner del año 2015, Citrix NetScaler se encuentra dentro del cuadrante de líderes del mercado de controladores de entrega de aplicaciones, junto con otros fabricantes como Radware y F5. En la Figura 6 se puede ver este cuadro con los demás fabricantes.

Figura 6. Cuadro Mágico de Gartner para controladores de entrega de aplicaciones año 2015.



Fuente: GARTNER. Magic Quadrant for Application Delivery Controllers. [en línea]. Gartner, Octubre 6 de 2015. Disponible en Internet: URL <<https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-2P2AS8G&ct=151007&st=sb>>

Algunos de los criterios para ingresar al cuadro mágico de Gartner son, por ejemplo, demostrar al menos 250 empresas clientes que usen sus productos y demostrar un serie de ganancias por la venta de sus producto. Con esto se comprueba que Citrix NetScaler tiene un buen posicionamiento dentro del mercado, y de allí, la importancia de este trabajo al buscar un diseño que permita un mayor conocimiento de este producto para lograr explotar todas sus funcionalidades, en función de las necesidades de los cliente actuales y potenciales.

## 5. DESARROLLO, RESULTADOS Y APORTES

En este capítulo se mostraran los desarrollos de cada uno de los objetivos específicos trazados en este proyecto, al igual que los resultados obtenidos que permitan mostrar un diseño con el mayor detalle posible, el cual sirva de insumo para su posterior implementación.

## 5.1 TECNOLOGÍAS DE SOPORTE DEL LABORATORIO

Las tecnologías de soporte se refieren a todas aquellas que servirán para el mantenimiento e inicio de construcción del laboratorio, dependiendo de la disponibilidad de las mismas dentro de la empresa VAITS-ACCESS TEAM y de otros factores como el ahorro de espacio, la menor cantidad de costos y la flexibilidad del ambiente, el cual pueda ser susceptible de cambio sin alterar o causar traumatismos en la infraestructura productiva actual de la empresa VAITS-ACCESS TEAM.

Para el desarrollo de este objetivo será necesario especificar dos elementos para el diseño de estas tecnologías de soporte: servidor físico (hardware) e hipervisor (software).

**5.1.1 Servidor físico.** En el momento del inicio de este diseño, VAITS-ACCESS TEAM cuenta con un servidor de marca Hewlett-Packard, el cual tiene las siguientes especificaciones, vistas en la Tabla 2:

Tabla 2. Características físicas del servidor

Ítem	Valor
Modelo	HP Z800 WorkStation
Procesador	2 Procesadores Quad Core Intel Xeon E5620 @ 2.13 GHz
Memoria	48GB DDR3, expandible hasta a 192 GB.
Disco Duro	1 Disco Duro HITACHI Serial Attached SCSI de 272 GB 1 Disco Duro SEAGATE Serial Attached SCSI de 558,75 GB GB
Red	Tarjeta de Red Dual Broadcom NetXreme BCM5764M Gigabit Ethernet
Autor: Nicolás Bautista	

**5.1.2 Hipervisor.** Aprovechando las tecnologías de virtualización de servidores y dadas las condiciones de hardware que se tiene con el servidor HP, se puede construir el ambiente de laboratorio basado en máquinas virtuales y apoyado en un hipervisor. Un hipervisor “es un programa que permite alojar varias máquinas virtuales sobre un solo hardware. Cada una de estas máquinas virtuales o sistemas operativos serán capaces de correr sus propios programas, de tal forma que parecerá que el sistema tiene el procesador, memoria y recursos de hardware.<sup>24</sup>” De esta forma, el hipervisor permite gestionar los recursos de hardware para que las máquinas virtuales puedan acceder a éstos. Así, un servidor físico puede contener varios servidores virtuales, y en consecuencia, se logra un mayor aprovechamiento de los recursos computacionales.

El siguiente aspecto a definir es el hipervisor que se instalará sobre el hardware ya definido. Dentro de todo el espectro de hipervisores en el mercado, en este trabajo se reducirán a dos fabricantes y sus respectivas marcas de hipervisores: Citrix (Citrix XenServer) y VMware (VMware vSphere Hipervisor). Esto debido a que la gran mayoría de clientes de VAITS-ACCESS TEAM basan su infraestructura virtual bajo estos dos hipervisores, serán los dos hipervisores que estarán bajo análisis para saber cuál sería el más apropiado para el ambiente de laboratorio. Algunos de los aspectos para analizar escogidos con los siguientes:

- Compatibilidad de hardware
- Versiones de demostración o gratuitas

**5.1.2.1 Compatibilidad de hardware.** Para la escogencia de un hipervisor en un ambiente productivo, se debe revisar, entre otros aspectos, la lista de compatibilidad de hardware para cada hipervisor debido a que los fabricantes ofrecen el soporte solamente si el hipervisor es instalado sobre una plataforma de software debidamente probada por el fabricante. Por ejemplo, Citrix XenServer tiene la lista de compatibilidad de hardware (HLC, en sus siglas en inglés), la cual puede ser consultada en la siguiente dirección web: <http://hcl.vmd.citrix.com/>. De la misma manera, VMware vSphere tiene su guía de compatibilidad, que puede ser encontrada en esa dirección web:

<http://www.vmware.com/resources/compatibility/search.php>.

---

<sup>24</sup> SUMASTRE, Michael Gabriel. Virtualization 101: What is a Hypervisor? [en línea]. PluralSight, 27, febrero, 2013. Disponible en internet: URL<<https://www.pluralsight.com/blog/it-ops/what-is-hypervisor>>

Cada uno de estos sitios web especifica aspectos como CPU, almacenamiento, tarjetas de red, marcas de servidores, entre otros que son compatibles con las distintas versiones de cada hipervisor. Si alguna especificación de hardware no aparece dentro de su lista de compatibilidad, no significa que el hipervisor no fuese a funcionar, sino que simplemente el hipervisor no ha sido probado dentro de ese hardware en específico, por lo cual el fabricante no ofrecerá soporte. De hecho, se realizó la revisión de la lista de compatibilidad de XenServer y VMware vSphere con el modelo de servidor escogido para el laboratorio, y no se encontró dentro de estas listas. Este aspecto no debería ser un impedimento debido a que nuestro ambiente será de laboratorio y no será destinado para algún aspecto productivo. Así que este no debería ser un ítem de escogencia del hipervisor.

**5.1.2.2 Versiones de demostración o gratuitas.** Otro aspecto para la selección del hipervisor es el costo. Tanto VMware vSphere como Citrix XenServer tienen versiones gratuitas o de demostración que permiten hacer una instalación y configuración de máquinas virtuales y de otras funcionalidades para el conocimiento de su producto.

VMware vSphere tiene una versión gratuita por 60 días que presenta las funcionalidades básicas de hipervisor y ofrece la opción de instalar una herramienta denominada Operations Management, el cual permite administrar de forma centralizada cada uno de los servidores físicos virtualizados (a estos servidores físicos se les denomina “host”). Con esta versión de prueba de 60 días no se tiene limitantes con respecto a las ediciones pagas. Con la descarga de esta versión (VMware vSphere 6.0), se descarga una licencia gratuita de por vida que tiene algunas limitaciones como las siguientes<sup>25</sup>:

- Máximo 2 CPUs físicas por servidor
- Máximo 8 vCPUs por máquina virtual
- No se puede utilizar Operation Management (vCenter), por lo cual no se puede hacer migración de máquinas virtuales
- No se pueden programar backups automáticos

Por otro lado, Citrix XenServer basa su código en el proyecto de código abierto denominado Xen Project. Es por esto que existe una versión gratuita, la cual

---

<sup>25</sup> SYSADMIT. VMWare: Esxi gratuito limitaciones. [en línea]. Sysadmit, Marzo 13 de 2016. Disponible en Internet: URL <<http://www.sysadmit.com/2016/03/vmware-esxi-gratuito-limitaciones.html>>

puede ser descargada del siguiente enlace: <http://www.xenserver.org/>. Esta versión gratuita ofrece varias funcionalidades, algunas de ellas son (para XenServer 6.5)<sup>26</sup>:

- Hipervisor de 64 bit
- Integración con directorio Activo.
- Migración en vivo de máquinas virtuales entre host.
- IntelliCache para la optimización de almacenamiento de XenDesktop.
- Administración de varios host a través de XenCenter.

Las limitantes de asignación de recursos a las máquinas virtuales o de procesadores en la versión gratuita, son las mismas que se tiene para las versiones pagas, las cuales son mejores que la versión gratuita de VMware vSphere<sup>27</sup>. De esta forma, en la Tabla 3 se encuentran en resumen la comparación entre las versiones gratuitas de VMware vSphere y Citrix XenServer.

---

<sup>26</sup> POPPELGAARD, Thomas. Citrix XenServer 6.5. [en línea]. 13 de Enero de 2015. Disponible en Internet: URL <<http://www.poppelgaard.com/citrix-xenserver-6-5>>.

<sup>27</sup> CITRIX SYSTEMS, INC. XenServer 6.5: Configuration Limits. [en línea]. Citrix Systems, Inc, 2015. Disponible en Internet: URL<[http://docs.citrix.com/content/dam/en-us/xenserver/xenserver-65/XenServer-6.5.0-Configuration\\_Limits.pdf](http://docs.citrix.com/content/dam/en-us/xenserver/xenserver-65/XenServer-6.5.0-Configuration_Limits.pdf)>



Tabla 3. Comparación entre versiones gratuitas de hipervisores

Ítem	XenServer 6.5	VMware vSphere 6.0
Max CPUs físicas por servidor	160	2
Máximo vCPUs por máquina virtual	Windows: 16 vCPUs Linux: 32 vCPUs	8 vCPUs
Memoria RAM por máquina virtual	192 GB	Ilimitado
Migración de máquinas virtuales entre host	Habilitado	Deshabilitado
Administración de varios host	Centralizada a través de XenCenter	Administración host por host a través de VMware vSphere Client
Autor: Nicolás Bautista		

Revisando las diferencias entre ambas versiones gratuitas de hipervisores y las prestaciones de cada una de ellas, se puede evidenciar que la versión gratuita de Citrix XenServer 6.5 resulta ser la mejor opción como tecnología de soporte del laboratorio, debido a su capacidad de entregar más recursos físicos a las máquinas virtuales, la capacidad de administrar de forma centralizada más cantidad de servidores físicos y la posibilidad de migrar máquinas virtuales, además de ofrecer algunas características enfocadas a productos de Citrix como Desktop. Todas estas opciones dan capacidad de crecimiento del laboratorio en un futuro y de utilización de características que con VMware puedan resultar ser más difíciles.

**5.1.3 Decisiones Claves para el diseño de las tecnologías de soporte.** De acuerdo al análisis realizado en esta sección, a continuación se muestran las decisiones de diseño tomadas con respecto a las tecnologías de soporte del laboratorio, las cuales se pueden apreciar en la Tabla 4:

Tabla 4. Criterios de decisión tecnologías de soporte

Punto de decisión	Decisión	Justificación
Servidor	Hewlett-Packard HP Z800 Workstation	Servidor disponible en VAITS-ACCESS TEAM para la construcción del laboratorio
Hipervisor	Citrix XenServer 6.5 (versión gratuita)	Tiene mayores prestaciones que la versión gratuita de VMware vSphere.
Autor: Nicolás Bautista		

## 5.2 TECNOLOGÍAS WEB Y BASES DE DATOS A BALANCEAR

Durante esta sección se analizarán las distintas tecnologías web y bases de datos y se tomarán decisiones con respecto a cuales serían las más adecuadas para el ambiente de laboratorio de balanceo de cargas, tomando en cuenta su compatibilidad con Citrix NetScaler y los recursos computacionales que se les debe entregar.

**5.2.1 Compatibilidad con tecnologías Web** Dentro de la documentación de Citrix NetScaler no se encuentra ninguna restricción para el balanceo de tráfico web (HTTP, HTTPS), en cuanto a lenguaje de desarrollo o servidores Web. Por experiencia, NetScaler es capaz de balancear los siguientes servidores web: Apache, IIS, WebSphere Application Server (IBM), Oracle. Algunos de ellos son los servidores web más populares a nivel mundial<sup>28</sup>. De esta forma, se puede afirmar que a nivel de tráfico HTTP, no se encuentran restricciones o problemas de compatibilidad dentro de Citrix NetScaler.

**5.2.2 Escogencia de tecnología Web.** Para facilitar la implementación, se ha hecho la búsqueda de una aplicación web ya construida que permita una rápida instalación y ahorre tiempo en el desarrollo de código de la misma. Se han

<sup>28</sup> NETCRAFT. February 2016 Web Survey. [en línea]. Netcraft, 22 de Febrero de 2016. Disponible desde Internet: URL<<https://news.netcraft.com/archives/2016/02/22/february-2016-web-server-survey.html>>

encontrado varios proyectos de software libre que presentan desarrollos de aplicaciones web orientadas a seguridad. Uno de estos proyectos es OWASP WebGoat Project. WebGoat es una aplicación web deliberadamente insegura el cual es desarrollado por OWASP (de la sigla en inglés Open Web Application Security Project) Foundation. WebGoat es escrita en Java y se encuentra bajo la licencia GNU General Public License versión 2.0, por lo cual se puede usar libremente<sup>29</sup>. La aplicación web corre bajo el servidor Tomcat Apache y es instalable bajo sistemas operativos Windows, Linux y OSX.<sup>30</sup>

Webgoat cumple con dos propósitos: realizar una instalación rápida de una aplicación web, sin necesidad del desarrollo de código y que sirva para demostrar el balanceo de la misma a través de Citrix NetScaler, y de forma posterior, que pueda ser utilizada como laboratorio para activar el módulo de Web Application Firewall de Citrix NetScaler, y allí realizar pruebas para solventar los problemas de seguridad con los cuales se desarrolló la aplicación WebGoat (esto como una fase posterior a este proyecto) .

Por otro lado, es necesario definir el sistema operativo en el cual se instalará WebGoat y el servidor Tomcat Apache sobre la cual correrá esta aplicación. Por las facilidades de uso, por software bajo licencia libre se realizará la instalación sobre Ubuntu. Para XenServer 6.5, la versión de Ubuntu soportada (entre otras) es Ubuntu 14.04 de 64 bit, debido a que tiene una plantilla pre-construida. En la guía de usuario de máquinas virtuales de XenServer 6.5<sup>31</sup> establece valores mínimos de memoria RAM y espacio en disco, los cuales se pueden observar en la Tabla 5:

---

<sup>29</sup> OWASP. Category: OWASP WebGoat Project. [en línea]. OWASP, 26 de Julio de 2016. Disponible en Internet: URL <[https://www.owasp.org/index.php/Category:OWASP\\_WebGoat\\_Project](https://www.owasp.org/index.php/Category:OWASP_WebGoat_Project)>.

<sup>30</sup> OWASP. WebGoat Installation. [en línea]. OWASP, 10 de Febrero de 2014. Disponible en Internet: URL <[https://www.owasp.org/index.php/WebGoat\\_Installation](https://www.owasp.org/index.php/WebGoat_Installation)>

<sup>31</sup> CITRIX SYSTEMS, INC. Citrix XenServer 6.5 Virtual Machine User Guide. [en línea]. Citrix Systems, Inc, 20 de abril de 2015. Disponible en Internet: URL <<http://support.citrix.com/servlet/KbServlet/download/38323-102-715588/XenServer->>

Tabla 5. Requerimientos mínimos de hardware para Ubuntu 14.04

Sistema Operativo	RAM Mínima	RAM máxima	Espacio en Disco Mínimo	vCPU Máximo
Ubuntu 14.04 (64 bit)	512 MB	192 GB	8 GB	16 vCPU
Fuente: CITRIX SYSTEMS, INC. Citrix XenServer 6.5 Virtual Machine User Guide. [en línea]. Citrix Systems, Inc, 20 de abril de 2015. Disponible en Internet: URL < <a href="http://support.citrix.com/servlet/KbServlet/download/38323-102-715588/XenServer-">http://support.citrix.com/servlet/KbServlet/download/38323-102-715588/XenServer-</a> >				

A nivel de requerimientos de hardware, se realizará el diseño con valores algo superiores a los valores mínimos, y teniendo en cuenta que sería necesaria la instalación de dos máquinas virtuales Ubuntu (para el laboratorio de balanceo de cargas), se muestra a continuación los requerimientos de hardware para la instalación de WebGoat y el servidor Tomcat Apache, las cuales se aprecian en la Tabla 6.

Tabla 6. Diseño de máquinas virtuales para la instalación de aplicación Web

Número de máquinas virtuales	Sistema Operativo	Memoria RAM	Espacio en Disco	vCPU
2	Ubuntu 14.04 (64 bit)	1024 MB por máquina virtual	20 GB por máquina virtual	1 vCPU por máquina virtual
Autor: Nicolás Bautista				

Con esto se definen las tecnologías Web a ser utilizadas para el balanceo de este tipo de tráfico a través de Citrix NetScaler.

**5.2.3 Compatibilidad con tecnologías de bases de datos.** De acuerdo a la documentación del fabricante, Citrix NetScaler soporta el balanceo de los

protocolos MySQL y TDS (protocolo usado por MS SQL de Microsoft). La funcionalidad dentro de Citrix NetScaler que permite el balanceo de estos dos protocolos de bases de datos se denomina DataStream. En la Tabla 7 se muestran las versiones de las bases de datos, protocolos y métodos de autenticación soportados por DataStream de Citrix NetScaler:

Tabla 7. Protocolos de bases de datos soportados por Citrix NetScaler

Ítem	Base de datos MySQL	Base de datos MS SQL
Versión de base de datos	4.1, 5.0, 5.1, 5.4, 5.5, y 5.6	MS SQL: 2000, 2000SP1, 2005, 2008, 2008R2, 2012
Protocolos	MySQL 10	TDS 7.1 y superiores
Métodos de autenticación	Autentiación nativa de MySQL	Autenticación de SQL server y autenticación de Windows (Kerberos, NTLM)
Fuente: CITRIX SYSTEMS, INC. DataStream Reference. Citrix Product Documentation. [en línea]. Citrix Sytems, Inc, 30 de Marzo de 2012. Disponible en Internet: URL < <a href="https://docs.citrix.com/en-us/netscaler/11/traffic-management/datastream/datastream-reference.html">https://docs.citrix.com/en-us/netscaler/11/traffic-management/datastream/datastream-reference.html</a> >		

**5.2.4 Escogencia de las tecnologías de bases de datos.** MySQL es el sistema de administración de base de datos de código abierto, por lo cual puede ser instalado sin necesidad de algún pago de licenciamiento adicional. Además MySQL proporciona funcionalidades de replicación, que no pueden ser configuradas en SQL Express de Microsoft (versión gratuita de MS SQL). Por estas dos razones se escoge a MySQL como la base de datos a utilizar en el laboratorio. La versión que se utilizará para la base de datos será MySQL 5.6, por ser una de las últimas versiones de MySQL y a su vez que es soportada para ser balanceada a través de Citrix NetScaler.

Por otra parte, dentro de las tecnologías web escogidas, se escogió a Ubuntu como el sistema operativo para la instalación de Tomcat Apache, lo cual también facilita la instalación de los servidores de bases de datos de MySQL. De esta manera se reutilizará los mismos 2 servidores web, para que sean utilizados como servidores de bases de datos. Para establecer un esquema más cercano a la realidad, se propone diseñar un esquema de bases de datos maestro/esclavo, en donde la base de datos maestra replica los cambios en las bases de datos esclavas. De esta forma, la base de datos maestra es una base de datos de escritura, mientras las bases de datos esclavas serán bases de datos de lectura.

Por consiguiente, será necesario desplegar un servidor adicional de bases de datos que sirva como base de datos maestro, mientras que las bases de datos esclavas se instalarán sobre los dos servidores web que se mencionaron en las secciones anteriores.

Por último, existen algunos ejemplos de bases de datos preconstruidas, lo cual facilita realizar pruebas sin necesidad de crear desde cero una estructura y los datos de la base de datos. Una de estas muestras de bases de datos se denomina Sakila. Esta base de datos se inicia en el año 2005 por parte de Mike Hillyer<sup>32</sup> y pertenece a Oracle (MySQL)<sup>33</sup>. La licencia que utiliza esta base de datos se basa en una licencia BSD, la cual es una licencia de software libre con pocas restricciones para su redistribución y uso<sup>34</sup>. Esta base de datos tiene una estructura que se basa en una tienda de alquiler de DVD, y de esta forma se contaría en el laboratorio con una base de datos más cercana a un ambiente productivo.

**5.2.5 Decisiones Claves para el diseño de las tecnologías web y bases de datos.** En la Tabla 8 se puede observar cada uno de los ítems, la decisión y la justificación de la escogencias de las tecnologías web y de bases de datos, que se argumentaron en las secciones anteriores.

---

<sup>32</sup> ORACLE CORPORATION. Sakila Sample Database Introduction. [en línea] Oracle Corporation, 2016. Disponible en Internet: URL<<https://dev.mysql.com/doc/sakila/en/sakila-introduction.html>>

<sup>33</sup> ORACLE CORPORATION. Sakila Sample Database Introduction. [en línea]. Oracle Corporation, 2016. Disponible en Internet: URL<<https://dev.mysql.com/doc/sakila/en/sakila-preface.html>>

<sup>34</sup> THE OPENSOURCE INICIATIVE. The BSD 2-Clause License. [en línea]. Disponible en Internet: URL <<https://opensource.org/licenses/bsd-license.php>>

Tabla 8. Criterios de decisión de tecnologías web y bases de datos

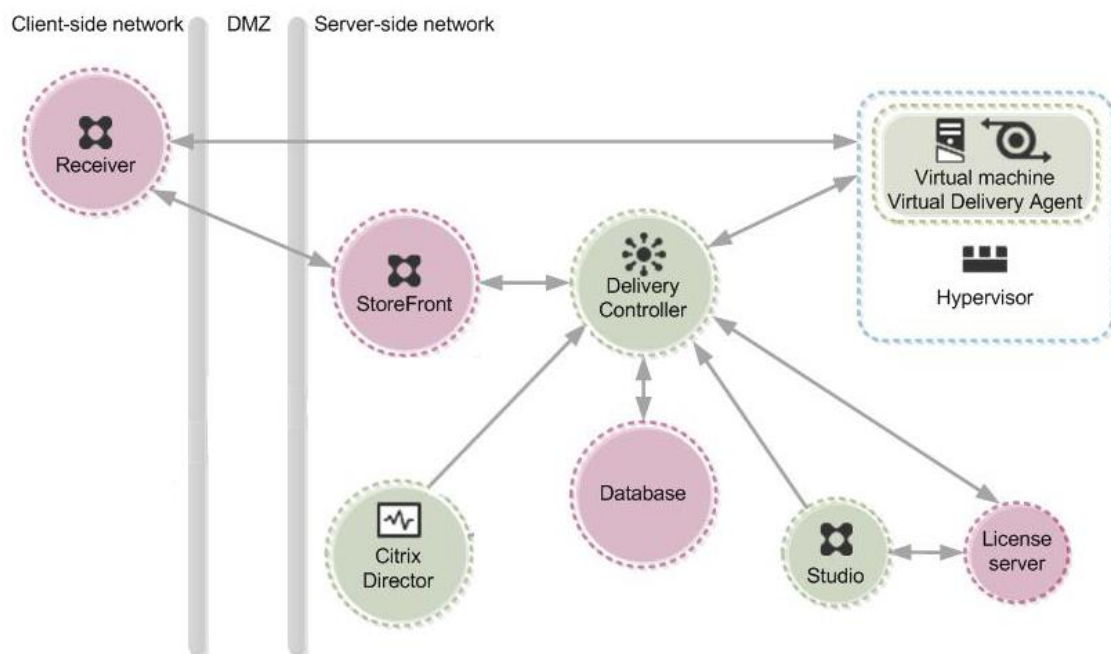
Ítem	Decisión	Justificación
Número de servidores Web	2	Mínimo número de servidores para realizar balanceo de tráfico web
Número de servidores de bases de datos	3	Para diseñar un esquema de bases de datos maestro/esclavo más cercano a un ambiente productivo.
Número total de máquinas virtuales	3	Se reutilizan dos de ellas para ser usadas como servidores web y servidores de bases de datos
Sistema Operativo de servidores	Ubuntu 14.04	Por las facilidades de uso, por software bajo licencia libre y por ser compatible con el hipervisor XenServer 6.5
Requerimientos de hardware por cada servidor	CPU: 1vCPU Memoria: 1024 MB Espacio en disco: 20GB	Requerimientos superiores a los requerimientos mínimos que soporta el sistema operativo Ubuntu 14.04
Aplicación Web	WebGoat	Desarrollo web de software libre de fácil instalación que permite hacer demostraciones de balanceo de carga y de módulos de Citrix NetScaler como Application Firewall.
Servidor Web	Tomcat Apache	La aplicación Web Goat corre bajo este servidor.
Base de datos	Sakila	Base de datos de software libre que ahorra tiempo en el desarrollo de la misma, y tiene una estructura parecida a un ambiente productivo.
Versión de base de datos	MySQL 5.6	Versión de bases de datos soportada para el balanceo a través de Citrix NetScaler. Versión de bajo licencia software libre delibre uso.
Autor: Nicolás Bautista		

### 5.3 DISEÑO DE TECNOLOGÍAS DE VIRTUALIZACIÓN DE APLICACIONES Y ESCRITORIOS

En esta sección se definirán cada uno de los elementos que harán parte de la plataforma de virtualización de aplicaciones y escritorios para el laboratorio, teniendo en cuenta que se desarrollará bajo los productos de Citrix XenApp y XenDesktop, enumerando cada componente, explicando su función y finalmente definiendo los requerimientos de hardware y software de cada componente, estableciendo como premisa que Citrix XenApp y XenDesktop se desarrollan bajo entorno de Windows como sistema operativo.

**5.3.1 Elementos necesarios para la virtualización de escritorios y aplicaciones.** Este entorno de laboratorio de virtualización de escritorios y aplicaciones está basado en Citrix XenApp y XenDesktop versión 7.9, los cuales a nivel de arquitectura comparte los mismos elementos. En la Figura 7 se encuentra un diagrama de arquitectura con los elementos que componen Citrix XenApp y XenDesktop 7.9:

Figura 7. Arquitectura común de Citrix XenApp y XenDesktop



Fuente: CITRIX SYSTEMS, INC. Concepts and components. Citrix Product Documentation. [en línea]. Citrix Systems, Inc, 31 de Mayo de 2016. Disponible en Internet: [URL<https://docs.citrix.com/en-us/xenapp-and-xendesktop/7-9/technical-overview/concepts.html#par\\_anchoritle\\_7ba2>](https://docs.citrix.com/en-us/xenapp-and-xendesktop/7-9/technical-overview/concepts.html#par_anchoritle_7ba2)



La descripción de cada elemento se muestra a continuación<sup>35</sup>:

**5.3.1.1 Delivery Controller.** Este componente se encarga de la administración central de Citrix XenApp y XenDesktop, autenticando y administrando el acceso de los usuarios, distribuyendo la carga en las distintas aplicaciones y escritorios virtualizados publicados y sirviendo de “broker” entre la conexión del usuario y su aplicación o escritorio virtualizado.

**5.3.1.2 Virtual Delivery Agent (VDA).** Es el agente que se puede instalar tanto en máquinas físicas o virtuales y junto con el Delivery Controller permite establecer si este recurso está disponible para los usuarios. Este agente puede ser instalado en Windows server o en Windows de escritorio. Si es instalado en Windows server, permite que múltiples usuarios puedan conectarse al mismo tiempo. Si es instalado sobre Windows de escritorio, permite que un solo usuario pueda conectarse a la vez a este escritorio virtualizado.

**5.3.1.3 Citrix StoreFront.** Autentica al usuario y es el encargado de presentar las aplicaciones y/o escritorios que están publicados para cada usuario. Tiene una presentación parecida a una tienda de aplicaciones, en la cual cada usuario decide que aplicación o escritorio va a lanzar para ser usada.

**5.3.1.4 Citrix Receiver.** Es el cliente que se instala sobre los dispositivos finales de los usuarios y permite el acceso hacia las aplicaciones o escritorios virtualizados desde cualquier dispositivo final como PC, teléfonos inteligentes o tabletas. Si existe algún dispositivo sobre el cual no pueda ser instalado Citrix Receiver, existe la versión de Citrix Receiver vía web, que permite desde cualquier navegador acceder por medio de Citrix Receiver HTML 5.

**5.3.1.5 Citrix Studio.** Es la consola que permite la administración de la entrega de aplicaciones y escritorios virtualizados a los distintos grupos de usuarios, al igual que la ubicación y seguimiento de las licencias respectivas.

**5.3.1.6 Citrix Director.** Es una consola web que permite hacer monitoreo y resolución de problemas de Citrix XenApp y XenDesktop. Se puede monitorear entre otros, la sesiones de los usuarios en tiempo real y muestra datos históricos.

---

<sup>35</sup> CITRIX SYSTEMS, INC. Concepts and components. Citrix Product Documentation. [en línea]. Citrix Systems, Inc, 31 de Mayo de 2016. Disponible en Internet: URL<[https://docs.citrix.com/en-us/xenapp-and-xendesktop/7-9/technical-overview/concepts.html#par\\_anchortitle\\_7ba2](https://docs.citrix.com/en-us/xenapp-and-xendesktop/7-9/technical-overview/concepts.html#par_anchortitle_7ba2)>

**5.3.1.7 Servidor de Licencias de Citrix.** Se encarga de alojar las licencias de los productos de Citrix y se comunica con Delivery Controller para administrar las licencias de acuerdo con las sesiones de los usuarios.

**5.3.2 Elementos de soporte para la virtualización de aplicaciones y escritorios.** Existen algunos elementos que no hacen parte propiamente de la infraestructura de Citrix XenApp y XenDesktop, pero que son fundamentales para su funcionamiento. Estos elementos son:

**5.3.2.1 Servicios de directorio Activo y dominio.** Es necesario para agrupar los distintos objetos de red (usuarios, computadores y dispositivos) dentro de una estructura lógica jerárquica<sup>36</sup>, y de esta forma se puedan llevar a cabo procesos como por ejemplo de autenticación. Este directorio activo debe estar agrupado dentro de un dominio, el cual debe ser definido.

**5.3.2.2 DNS.** El sistema de nombre de dominio permite asociar un nombre a una dirección IP. Esto será necesario para la traducción de nombres de dominio a direcciones IP de cada servidor u objeto que sea necesario.

**5.3.2.3 Base de datos.** Es necesario establecer una base de datos que esté conectado con el Delivery Controller para almacenar toda la información de la configuración y sesión de los usuarios.

**5.3.3 Elementos susceptibles a ser balanceados por Citrix NetScaler.** De todos los elementos que se mencionaron en las secciones anteriores, los siguientes son los elementos susceptibles de balanceo a través de NetScaler, debido a que son servicios basados en HTTP: StoreFront, Delivery Controller y Director.

**5.3.4 Distribución de elementos en servidores.** Es de aclarar que la gran mayoría de roles se pueden instalar sobre un solo servidor, pero en este caso se instalarán algunos elementos en servidores separados para acercar el laboratorio

---

<sup>36</sup> MICROSOFT. What Are Domains and Forest. TechNet. [en línea]. Microsoft, 19 de noviembre de 2014. Disponible en Internet: URL<[https://technet.microsoft.com/en-us/library/cc759073\(v=ws.10\).aspx](https://technet.microsoft.com/en-us/library/cc759073(v=ws.10).aspx)>.

a un ambiente productivo lo más parecido posible. De igual forma algunos elementos estarán instalados sobre un solo servidor, lo cual simplificará el diseño y posterior construcción de este ambiente de laboratorio, que está más enfocado en el balanceo de tráfico a través de Citrix NetScaler. Se empiezan a analizar los roles que son afectados directamente por el balanceo de carga de Citrix NetScaler.

Por lo general, el rol de StoreFront se encuentra instalado en un servidor aparte de los demás elementos, debido a que es el encargado de ser el almacén de las aplicaciones. Y debido a que este rol será balanceado por Citrix NetScaler, serán necesarios dos servidores. StoreFront 3.6 se instala sobre servidores Windows Server 2012 y 2012 R2 (Ediciones Estándar y Datacenter) y Windows Server 2008 R2 SP1 (Ediciones Estándar y Datacenter)<sup>37</sup>. Debido a la facilidad de descarga de la versión de evaluación y a las últimas implementaciones realizadas por VAITS-ACCESS TEAM, se decide utilizar Windows Server 2012 edición Datacenter. Los requerimientos de hardware se decidirán tomando en cuenta los requerimientos a nivel de hipervisor.

El elemento de Delivery Controller se encuentra también separado en un servidor aparte, debido a que es el elemento central y que se encarga de la administración de la conexión entre el usuario y la aplicación o escritorio virtualizado. Y por ser también un elemento susceptible de ser balanceado por NetScaler (por ser un servicio de protocolo HTTP), serán necesarios dos servidores. Al igual que StoreFront, los servidores de Delivery Controller de la versión 7.9 se instalan sobre Windows Server 2012 y 2012 R2 (Ediciones Estándar y Datacenter) y Windows Server 2008 R2 SP1 (Ediciones Estándar y Datacenter).

El elemento Director puede ser instalado en un servidor aparte o puede ser instalado en el mismo servidor donde se encuentra instalado el elemento Delivery Controller, debido a que Director realiza consultas a los datos procesado por Delivery Controller. Por simplicidad en la infraestructura que se está diseñando, se procederá a instalar el Elemento Director en cada servidor en donde se encuentra instalado Delivery Controller.

De los elementos que no son balanceados por Citrix NetScaler, la consola de Citrix Studio y el servidor de licenciamiento pueden ser instalados en uno de los servidores destinados de Delivery Controller, para simplificar el diseño.

---

<sup>37</sup> CITRIX SYSTEM, INC. System requirements. Citrix Product Documentation. [en línea]. Citrix Systems, Inc, Mayo 31 de 2016. Disponible en Internet: URL<<https://docs.citrix.com/en-us/storefront/3-6/system-requirements.html>>

Será necesario especificar un servidor aparte para las bases de datos que se necesitan para la configuración de XenApp y XenDesktop 7.9. Son necesarias tres bases de datos: base de datos del sitio, base de datos de logs de configuración y base de datos de monitoreo, la cual es usada por Director para la visualización de sus reportes. Las bases de datos soportadas por XenApp y XenDesktop 7.9 son Microsoft MS-SQL, y las versiones soportadas se encuentran en la Tabla 9.

Tabla 9. Bases de datos y tipos de bases soportadas por XenApp y XenDesktop 7.9

Base de datos MS SQL	Tipo
SQL 2016	x64 Express
SQL 2014 SP1 y SP2	x64 x86 Express
SQL 2012, SP1 SP2 y SP3	x64 x86 Express
Fuente: CITRIX SYSTEMS. INC. Supported Databases for XenApp and XenDesktop Components. [en línea]. Citrix Systems, Inc, 4 de Marzo de 2016. Disponible en Internet: URL < <a href="http://support.citrix.com/article/CTX114501">http://support.citrix.com/article/CTX114501</a> >	

Por la gratuidad de la versión express y por la simplicidad que se busca inicialmente en el laboratorio y se considerará inicialmente la versión SQL 2012 por el conocimiento general a nivel del personal técnico de VAITS-ACCESS TEAM.

De esta manera la distribución de servidores y de elementos para XenApp y XenDesktop 7.8, al igual que los requerimientos de hardware y software se pueden ver en la Tabla 10.

Tabla 10. Distribución de elementos y requerimientos de hardware y software de XenApp y XenDesktop 7.9 para el laboratorio

Elemento	No. Servidores	Sistema Operativo	Memoria RAM	Espacio en Disco	vCPU	Elementos que contienen
StoreFront	2	Windows Server 2012 R2	2048 MB por máquina virtual	40 GB por máquina virtual	1 vCPU por máquina virtual	StoreFront
Delivery Controller	2	Windows Server 2012 R2	2048 MB por máquina virtual	40 GB por máquina virtual	1 vCPU por máquina virtual	Delivery Controller Citrix Director Citrix Studio Servidor Licencias
Base de datos	1	Windows Server 2012 R2	2048 MB	40 GB	1 vCPU	MS SQL 2012 Express Edition
Autor: Nicolas Bautista						

**5.3.5 Escritorio virtual entregado a los usuarios.** Para la entrega de escritorios y aplicaciones, XenApp y XenDesktop utilizan el catálogo de máquinas, el cual es una colección de máquinas virtuales o físicas que serán entregadas finalmente al usuario. Cada máquina virtual dentro del catálogo debe tener instalado el agente denominado Virtual Delivery Agent (VDA), lo cual permite la conexión de varios usuarios hacia los recursos de esta máquina virtual. De esta forma es necesario contar con una máquina virtual que representa el escritorio virtual que será

entregado al usuario. Por la facilidad de contar con varios servidores Windows Server 2012 R2 para los demás elementos, se utilizará una máquina virtual Windows Server 2012 R2 como el escritorio virtual que se entregará al usuario, y la cual tendrá instalado el agente VDA.

En la Tabla 11 se muestran las características del servidor virtual, el cual será utilizado como el escritorio virtual que será entregado a los usuarios.

Tabla 11. Características de hardware y software de escritorio virtual

Elemento	No. Servidores	Sistema Operativo	Memoria RAM	Espacio en Disco	vCPU	Elementos que contienen
Escritorio virtual	1	Windows Server 2012 R2	2048 MB	40 GB	1 vCPU	Agente VDA para Windows Server 2012 R2
Autor: Nicolas Bautista						

### 5.3.6 Diseño para elementos de soporte para el ambiente de virtualización.

Existen algunos elementos claves que no están directamente relacionados con la infraestructura de virtualización, pero que si son necesarios para el funcionamiento del laboratorio. Uno de ellos es la definición del dominio, y a partir de allí, también se deben definir los registros DNS y la activación del directorio activo para la creación de usuarios y establecer el proceso de autenticación cuando los usuarios accedan al escritorio o aplicaciones virtualizadas.

Para esto, se debe dedicar un servidor virtual que tenga activos los roles de directorio activo, controlador de dominio y servicio DNS. En la Tabla 12 se muestra las características de hardware y software, teniendo en cuenta los requerimientos de Windows server para el hipervisor XenServer 6.5:

Tabla 12. Características de hardware y software del controlador de dominio.

Elemento	No. Servidores	Sistema Operativo	Memoria RAM	Espacio en Disco	vCPU	Elementos que contiene
----------	----------------	-------------------	-------------	------------------	------	------------------------

Controlador de dominio	1	Windows Server 2012 R2	2048 MB	40 GB	1 vCPU	Directorio Activo Dominio DNS
Autor: Nicolas Bautista						

El dominio definido para el laboratorio será vaitscloud.lab, para lo cual se definen los registros DNS para cada uno de los servidores de la infraestructura de virtualización y de soporte, lo cual se puede ver en la Tabla 13.

Tabla 13. Registros DNS para los servidores de la infraestructura de virtualización de escritorios y aplicaciones

Servidores	Registro DNS
Escritorio virtual	vda.vaitscloud.lab
StoreFront	st1.vaitscloud.lab st2.vaitscloud.lab
Delivery Controller	ddc1.vaitscloud.lab ddc2.vaitscloud.lab
Base de datos	sql.vaitscloud.lab
Controlador de dominio	ad.vaitscloud.lab
Autor: Nicolas Bautista	

**5.3.7 Decisiones claves para el diseño de las tecnologías de virtualización de aplicaciones y escritorios** En la Tabla 14 se puede observar cada uno de los ítems, la decisión y la justificación de la escogencias de las tecnologías de virtualización de aplicaciones y escritorios, que se argumentaron en las secciones anteriores, y se resume de la siguiente forma:

Tabla 14. Criterios de decisión de tecnologías web y bases de datos

Ítem	Decisión	Justificación
Versión de Citrix XenApp y XenDesktop	XenDesktop 7.9	Última versión liberada por Citrix en el momento del diseño
Número de servidores propios de la infraestructura de Citrix	5	Distribución de los distintos elementos en los 4 servidores, teniendo en cuenta los elementos balanceados por NetScaler y el servidor que sería presentado como escritorio virtual para los usuarios
Número de servidores de bases de datos	1	Servidor que agrupa las 3 bases de datos necesarias para el funcionamiento de XenApp y XenDesktop 7.9
Número de servidores de apoyo	1	Servidor que agrupo el controlador de dominio, directorio activo y DNS
Número total de máquinas virtuales	7	Se reutilizan dos de ellas para ser usadas como servidores web y servidores de bases de datos
Sistema Operativo de servidores	Windows Server 2012 R2	Sistema Operativo soportado por XenApp y XenDesktop 7.9
Versión de base de datos	MS SQL 2012 express	Versión gratuita y soportada por XenApp y XenDesktop 7.9
Dominio	vaitscloud.lab	Dominio escogido para la agrupación de los servidores de virtualización de aplicaciones y escritorios y los servidores de apoyo
Registros DNS para servidores	vda.vaitscloud.lab st1.vaitscloud.lab st2.vaitscloud.lab ddc1.vaitscloud.lab ddc2.vaitscloud.lab ad.vaitscloud.lab	Registros DNS necesarios para los servidores

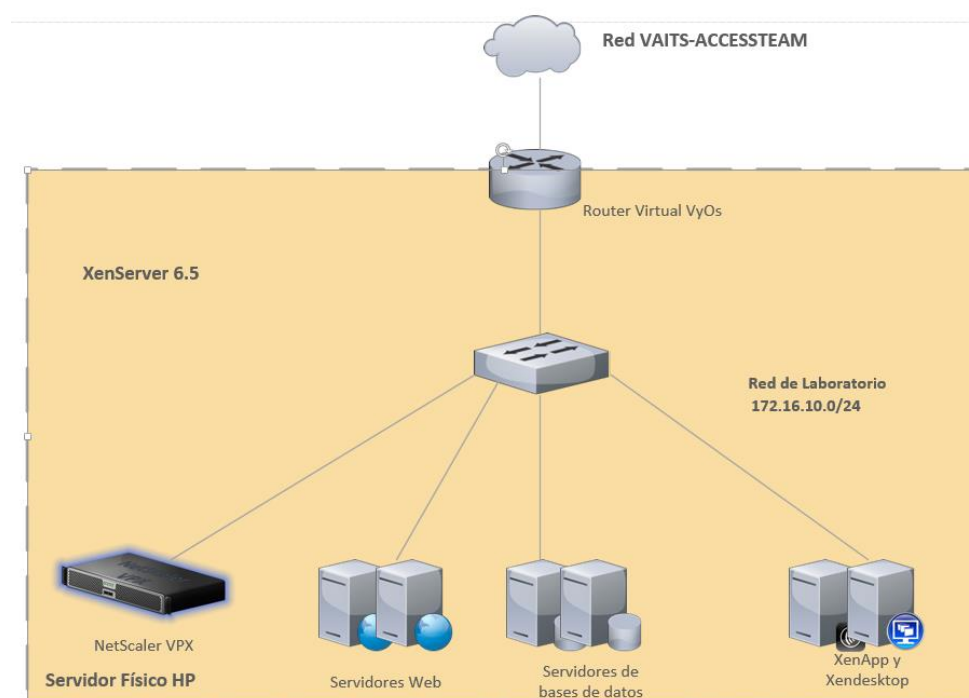


## **5.4 DISEÑO DE TOPOLOGÍA DE RED DEL LABORATORIO DE BALANCEO DE CARGA**

En esta sección se revisará cada uno de los requerimientos de red necesarios para la configuración de Citrix NetScaler y los requerimientos de red del resto de elementos del laboratorio, para de esta forma completar el diseño del laboratorio. Por último se mencionará la forma de acceso de los usuarios al laboratorio y a la administración del mismo.

**5.4.1 Topología básica de red del laboratorio.** Uno de los fundamentos del laboratorio es que se encuentre aislado del ambiente productivo de VAITS-ACCESS TEAM. De esta manera se utilizará un direccionamiento de red distinto al que usa la empresa, y simplemente se usarán dos direcciones IP del ambiente productivo para la administración del servidor físico y para una de las interfaces del router virtual que se utilizará para la división de redes. En la Figura 8 se puede apreciar la topología básica de red, en la cual se tomará la dirección de red 172.16.10.0/24 como el direccionamiento de todos los elementos del laboratorio, incluyendo los servidores virtuales, el direccionamiento de Citrix NetScaler y de la interfaz interna del router virtual.

Figura 8. Topología de red básica del laboratorio



Autor: Nicolas Bautista

En la Figura 8 se puede apreciar que la forma de despliegue de Citrix NetScaler se realizará bajo una arquitectura de un solo brazo, en la cual sobre la misma interfaz virtual recibirá el tráfico de los usuarios y enviará las peticiones hacia los respectivos servidores. Por otra parte, el router virtual que se instalará para la división de red entre la red de VAITS-ACCESS TEAM y la red del laboratorio será el router VyOS, cuyo sistema operativo de red es basado en Linux y que provee las funcionalidades de enrutamiento basado en software, firewall y VPN<sup>38</sup>, y por supuesto, es de distribución gratuita. Este router será la puerta de enlace de cada una de las máquinas virtuales, en caso que se requiera la salida hacia la red de VAITS-ACCESSTEAM. En la Tabla 15 se pueden apreciar los requerimientos de hardware y software para la instalación del router VyOS.

Tabla 15. Características de hardware y software router VyOS

Elemento	Licencia	Versión de Software	Memoria RAM	Espacio en Disco	vCPU	Interfaces de red
----------	----------	---------------------	-------------	------------------	------	-------------------

<sup>38</sup> VYOS PROJECT. Main Page.[en línea]. Comunidad VyOs, 4 de septiembre de 2016. Disponible en internet: URL <[http://wiki.vyos.net/wiki/Main\\_Page](http://wiki.vyos.net/wiki/Main_Page)>

Router VyOS	Software Libre	1.1.7	512 MB	2 GB	1 vCPU	2
Fuente: VYOS PROJECT. Main Page. [en línea]. Comunidad VYOS, 4 de septiembre de 2016. Disponible en internet: URL < <a href="http://wiki.vyos.net/wiki/Main_Page">http://wiki.vyos.net/wiki/Main_Page</a> >						

**5.4.2 Topología básica de red de Citrix NetScaler.** Como todos los elementos que se tienen diseñados hasta ahora dentro del laboratorio, se utilizará la versión virtual de Citrix NetScaler, la cual se denomina NetScaler VPX. Para el funcionamiento de Citrix NetScaler, será necesario adquirir una licencia que permita habilitar los diferentes módulos, como por ejemplo el balanceo de carga. Debido a que VAITS-ACCESS TEAM es un socio clasificado como “platino” por parte de Citrix, se puede tener acceso a licencias de demostración sus diferentes productos incluyendo a Citrix NetScaler. La licencia a la cual se tiene acceso es una licencia de tipo “Platinum”, la cual permite activar todas las funcionalidades, incluyendo la de balanceo de carga. De igual forma, Citrix NetScaler VPX tiene diferentes licencias para limitar el throughput que puede manejar el virtual appliance. La licencia de demostración a la cual se puede acceder es una licencia de 1 Gbps

Por otro lado, al igual que los demás elementos del laboratorio, se requiere de recursos de hardware que deben ser otorgados a través del hipervisor XenServer 6.5 ya escogido para la instalación de Citrix NetScaler. Y por ser Citrix NetScaler un appliance virtual, ya posee un sistema operativo, por lo cual lo que se debe definir, a nivel de software, la versión de firmware con la cual se va a instalar Citrix NetScaler. En la Tabla 16 se muestran los requerimientos de hardware, software y licenciamiento requerido para la instalación de Citrix NetScaler VPX:

Tabla 16. Características de hardware, software y licencia de Citrix NetScaler VPX

Elemento	Licencia	Versión de Firmware	Memoria RAM	Espacio en Disco	vCPU	Throughput
Citrix NetScaler VPX	Platinum	11.0 build 67.12 nc	2048 MB	40 GB	2 vCPU	1 Gbps

Fuente: CITRIX SYSTEMS, INC. Installing NetScaler Virtual Appliances on XenServer. Citrix Product Documentation. [en línea]. Citrix Systems, Inc, 23 de agosto de 2013. Disponible en Internet: URL<<https://docs.citrix.com/en-us/netscaler/11/getting-started-with-vpx/install-vpx-on-xenserver.html>>.

Los valores de memoria, espacio en disco y virtual CPUs son los valores mínimos recomendados por Citrix para la instalación en un hipervisor XenServer<sup>39</sup>. La versión de firmware escogida es la versión 11.0 build 67.12 nc, ya que es una de las versiones más recientemente liberadas, en el momento en el cual se realizó este diseño.

Ya que se cuenta con la descripción para la instalación y funcionamiento básico de Citrix NetScaler, será necesario mencionar el direccionamiento IP necesario para su administración y balanceo de carga. En cuanto al balanceo de carga, se mencionarán las direcciones IPs necesarias para el balanceo de los servidores Web, bases de datos y servidores de las tecnologías de virtualización de aplicaciones y escritorios, de acuerdo a las decisiones e diseño vistas en las secciones anteriores. En la Tabla 17 se muestra el tipo de dirección IP, su función y valor respectivo, de acuerdo a la dirección de red del laboratorio expuesta en la sección 5.4.1 (172.16.10.0/24).

Tabla 17. Direccionamiento IP NetScaler VPX

Tipo de dirección IP	Función	Valor
NetScaler IP (NSIP)	Dirección IP utilizada para la administración del Citrix NetScaler VPX, a través de protocolos HTTP, HTTPS y SSH.	172.16.10.2/24
Subnet IP (SNIP)	Dirección IP encargada de establecer la conectividad con los servidores a ser balanceados.	172.16.10.3/24
IP Virtual balanceo de servidores Web	Es la dirección IP hacia la cual acceden los usuarios y se encarga del balanceo de carga, en este caso, de los dos servidores Web.	172.16.10.4/32

<sup>39</sup> CITRIX SYSTEMS, INC. Installing NetScaler Virtual Appliances on XenServer. Citrix Product Documentation. [en línea]. Citrix Systems, Inc, 23 de agosto de 2013. Disponible en Internet: URL<<https://docs.citrix.com/en-us/netscaler/11/getting-started-with-vpx/install-vpx-on-xenserver.html>>.

IP Virtual balanceo de servidores de base de datos	Es la dirección IP utilizada para la conexión de los usuarios hacia el balanceo de los tres servidores de bases de datos de MySQL propuesto en este laboratorio.	172.16.10.5/32
IP Virtual balanceo de servidores de StoreFront	Dirección IP utilizada para la conexión de los usuarios y representa la dirección IP de balanceo de los servidores de StoreFront, los cuales le permiten a los usuarios acceder al almacén de aplicaciones y escritorios virtualizados	172.16.10.6/32
IP virtual balanceo de servidores Delivery Controller	Dirección IP utilizada por los servidores de StoreFront para la comunicación con los servidores de Delivery Controller y el balanceo de las peticiones hacia los mismos.	172.16.10.7/32
IP virtual de balanceo de Director	Dirección IP utilizada para el acceso de los usuarios al servicio de Director, y sirve para el balanceo de tráfico hacia este servicio Web.	172.16.10.8/32
Fuente: SANDBU. Marius. Implementing NetScaler VPX. Birmingham (UK): Packt Publishing Ltd, Abril de 2015. p. 23-25.		

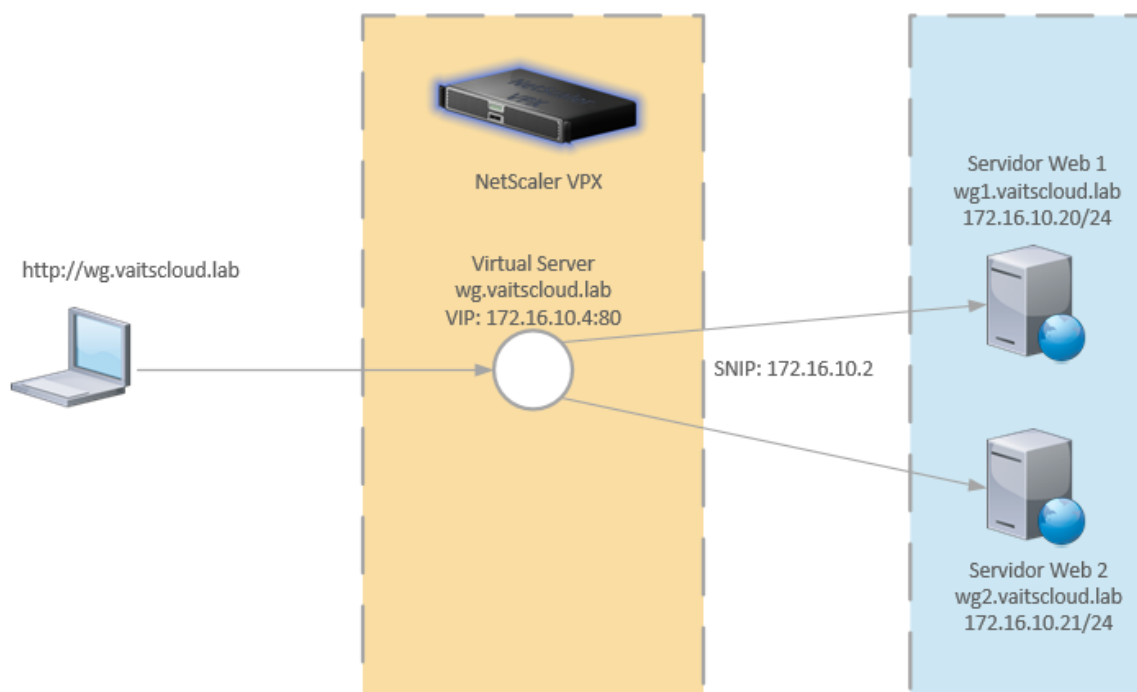
**5.4.3 Esquema de balanceo de los servidores Web.** Ya definida la dirección IP virtual de balanceo, será necesario definir el direccionamiento IP de los servidores Web, su respectivo registro DNS y finalmente el esquema de balanceo a través de Citrix NetScaler. En la Tabla 18 se relaciona el direccionamiento IP de los servidores Web.

Tabla 18. Direccionamiento web y registro DNS de los servidores y balanceo de los servidores web

Elemento	Dirección IP/Prefijo	Registro DNS
Servidor Web 1	172.16.10.20/24	wg1.vaitscloud.lab
Servidor Web 2	172.16.10.21/24	wg2.vaitscloud.lab
IP Virtual balanceo de servidores Web	172.16.10.4/32	wg.vaitscloud.lab
Autor: Nicolas Bautista		

Tal como se describió en la sección 5.4.2, la dirección IP virtual es la dirección hacia la cual se conectan los usuarios para la conexión hacia la aplicación WebGoat alojada en los servidores. De esta manera los usuarios ingresan a la aplicación por medio de la dirección web <http://wg.vaitscloud.lab>, la cual resuelve la dirección IP virtual. Esta dirección IP está asociada a una entidad dentro de Citrix NetScaler denominada virtual server. Esta entidad se encarga de decidir hacia cual servidor envía la petición del usuario de acuerdo al método de balanceo que tenga configurado. Cuando el virtual server decide hacia cual servidor enviar la petición del usuario, Citrix NetScaler reemplaza la dirección del usuario por una dirección IP propia denominada Subnet IP (SNIP), la cual se explicó en la sección 5.4.2. De esta manera los servidores Web solo ven conexiones que provienen de NetScaler y no de los usuarios. En la Figura 9 se puede apreciar el esquema de balanceo de los servidores web a través de NetScaler

Figura 9. Esquema de balance de los servidores Web



Autor: Nicolas Bautista

Por último se definen las configuraciones propias de Citrix NetScaler para el funcionamiento del balanceo, a través de su módulo de balanceo de carga. En este módulo se configura el virtual server (ya establecido), los servicios (representación de las aplicaciones que corren en los servidores) y el método de balanceo para la redirección de tráfico. Para la configuración inicial, utilizará el método de balanceo LEASTCONNECTION (el servidor con menor número de conexiones activas se envía la petición), el cual es el método por defecto. En la Tabla 19 se pueden observar estas configuraciones.

Tabla 19. Configuraciones de balanceo de servidores Web

Elemento	Configuración
Servicio 1	Servidor Web 1 IP: 172.16.10.20 Puerto: 80 Protocolo: HTTP
Servicio 2	Servidor Web 1 IP: 172.16.10.20 Puerto: 80 Protocolo: HTTP
Configuraciones del virtual server de balanceo de carga	IP:172.16.10.4 Puerto: 80 Protocolo: HTTP Método de balanceo: LEASTCONNECTION
Autor: Nicolas Bautista	

**5.4.4 Esquema de balanceo de las bases de datos.** En el diseño de las tecnologías de bases de datos, se determinó utilizar una arquitectura de bases de datos maestro-esclavo, en donde existe un servidor de base de datos sobre el cual se pueden hacer operaciones de escritura, y el resto son servidores de bases de datos esclavos, los cuales reciben la información replicada de la base de datos maestra y solo se pueden ejecutar tareas de lectura. También se determinó que los dos servidores web utilizados para el balanceo de carga de tráfico web, serán utilizados como bases de datos esclavas, mientras que existirá un servidor de bases de datos adicional que será el servidor maestro.

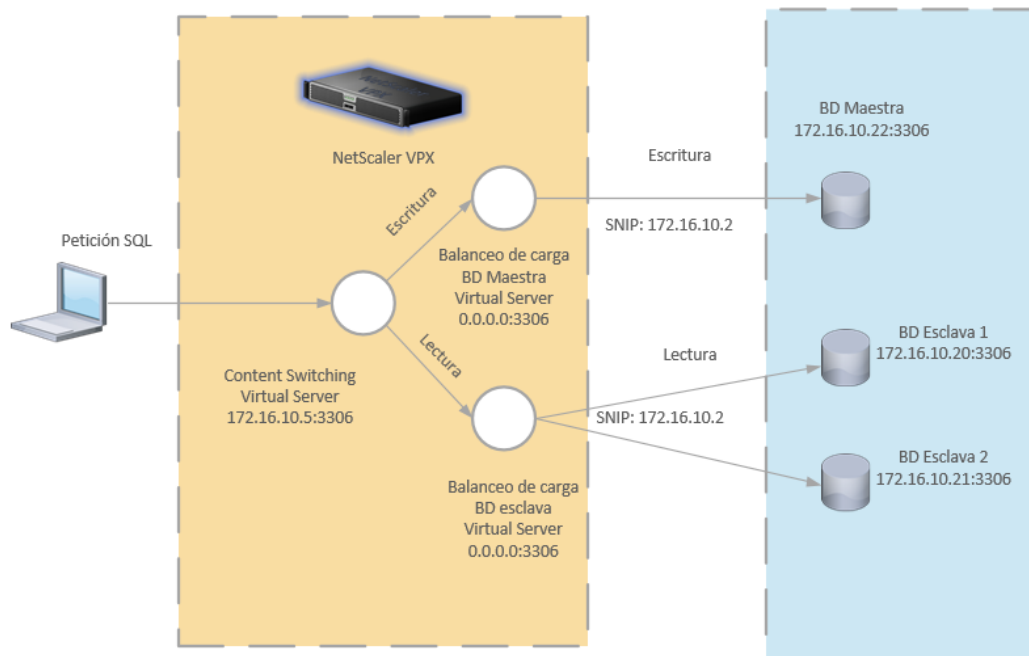
Para el balanceo de bases de datos en este esquema, adicional al módulo de balanceo de carga, se debe utilizar otro módulo denominado conmutador de contenido o del término en inglés, "Content Switching". Content Switching permite realizar un balanceo de capas superiores, en donde es capaz de analizar la información de protocolos de capa 7 como HTTP, o en este caso, MySQL. De esta manera, con Content Switching se podrán crear políticas para distinguir cuando una petición es de lectura y cual de escritura, y así redirigir el tráfico hacia los servidores pertinentes<sup>40</sup>.

<sup>40</sup> ROETNBERG, Rick y SANDBU, Marius. Mastering NetScaler VPX. Birmingham (UK): Packt Publishing Ltd, Noviembre de 2015. p. 110-111.



Al igual que en el módulo de balanceo, el módulo de Content Switching recibe las peticiones de los usuarios a través de un virtual server. Este virtual server tiene asociado una dirección IP virtual, y en este caso, dado que las bases de datos son MySQL, el puerto y el protocolo asociado a este virtual server es 1433 y MySQL. Este virtual server tendrá una política para distinguir si una solicitud es de lectura, y de esta forma enviarlas al virtual server de balanceo de carga de la bases de datos de lectura, para que finalmente lleguen a estas bases de datos esclavas; y el resto de solicitudes serán enviadas al virtual server de balanceo de las base de datos maestra para que lleguen al servidor de bases de datos maestro. En la Figura 10 se puede evidenciar el esquema de balanceo de bases de datos a través de Citrix NetScaler.

Figura 10. Esquema de balanceo de bases de datos Maestro-Esclavo



Autor: Nicolas Bautista

Para el correcto funcionamiento del balanceo, es necesario definir 2 aspectos: usuario de la base de datos y el método de balanceo a configurar.

El usuario se denominará "dbtest" y se le asignarán privilegios sobre la base de datos de Sakila que se instalarán en los 3 servidores. Además este usuario deberá ser creado también en NetScaler para que las peticiones puedan ser procesadas. En cuanto al método de balanceo, Citrix recomienda utilizar el método

LEASTCONNECTION para obtener mejores resultados de balanceo y menor carga sobre los servidores<sup>41</sup>. En la Tabla 20 se resumen las configuraciones en Citrix NetScaler para el balanceo de las bases de datos.

Tabla 20. Configuraciones de servicios y método de balanceo para los servidores Web

Elemento	Configuración
Usuario de bases de datos	dbtest
Servicio 1 MySQL (Maestro)	Base de datos 1 IP: 172.16.10.22 Puerto: 3306 Protocolo: MySQL
Servicio 2 MySQL (esclavo)	Base de datos 2 IP: 172.16.10.20 Puerto: 3306 Protocolo: MySQL
Servicio 3 MySQL (esclavo)	Base de datos 3 IP: 172.16.10.21 Puerto: 3306 Protocolo: MySQL
Configuración de los dos virtual server de balanceo de carga	IP: 0.0.0.0 Puerto: 3306 Protocolo: MySQL Método de balanceo: LEASTCONNECTION
Configuración de virtual server de Content Switching	IP: 172.16.10.5 Puerto: 3306 Protocolo: MySQL Política de Content Switching: MYSQL.REQ.QUERY.COMMANDCONTAINS(\"select\") Política por defecto: activa
Autor:Nicolas Bautista	

**5.4.5 Esquema de balanceo de la infraestructura de virtualización de aplicaciones y escritorios.** Tal como se expuso en la sección 5.3.3, los elementos susceptibles de XenApp y XenDesktop a ser balanceados por NetScaler son StoreFront, Delivery Controller y Citrix Director. Y de acuerdo a la

<sup>41</sup> CITRIX SYSTEMS, INC. Configuring Load Balancing for DataStream. Citrix Product Documentation. [en línea]. Citrix Systems, Inc, 15 de mayo de 2015. Disponible en Internet:URL<<https://docs.citrix.com/en-us/netscaler/11/traffic-management/datastream/configure-load-balancing-for-datastream.html>

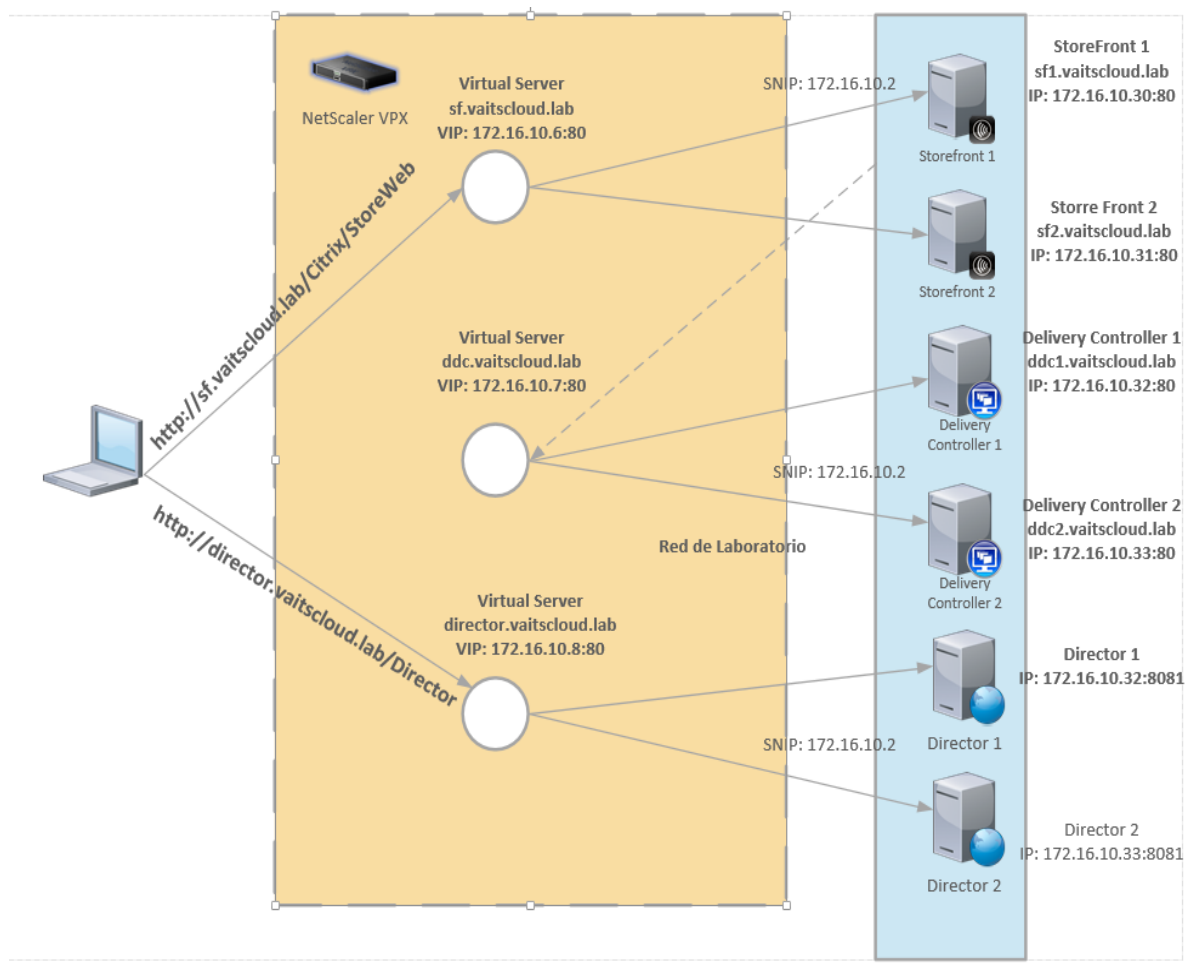
sección 5.3.4, se construirán dos servidores para el elemento de StoreFront y dos servidores para los elementos de Delivery Controller y Citrix Director. Los tres elementos mencionados son servicios HTTP.

Cuando los usuarios quieren ingresar a ver el escritorio virtual publicado, es necesario que ingresen a través una dirección web que resuelva la dirección IP de balanceo de StoreFront (172.16.10.6). Se ha definido que la dirección web sea *http://sf.vaitscloud.lab/Citrix/StoreWeb*. Cuando el usuario acceda a esta dirección web, Citrix NetScaler se encargará de enviar la solicitud hacia uno de los servidores de StoreFront. Cuando la solicitud llega a uno de los servidores de StoreFront, allí le solicitará ingresar sus credenciales. Cuando el usuario las ingresa, el servidor de StoreFront envía la solicitud hacia la dirección IP de balanceo de Delivery Controller (172.16.10.7), la cual tendrá como nombre de dominio *ddc.vaitscloud.lab*. Citrix NetScaler toma la decisión de enviar la solicitud hacia uno de los servidores de Delivery Controller y éste se encarga de realizar el proceso de autenticación del usuario a través del servidor de controlador de dominio, con roles de directorio activo.

Si el proceso de autenticación es exitoso, el servidor de Delivery Controller se encarga de verificar cuales aplicaciones o escritorios virtualizados tiene acceso el usuario. En este caso será un escritorio virtual el que estará disponible para los usuarios. Y de esta manera, le enviará al servidor de StoreFront el ícono del escritorio virtual y el usuario podrá ver en su navegador este ícono. Si el usuario da click sobre este ícono, comenzará una comunicación directa entre el dispositivo del usuario y el escritorio virtual, a través del protocolo ICA.

Al establecerse una sesión ICA, Citrix Director tiene la capacidad de registrar este evento y de mostrar la información de la sesión del usuario. Para el ingreso hacia la consola web de Director, se deberá ingresar a través de la dirección web *http://director.vaitscloud.lab/Director*. En la Figura 11 se puede apreciar el esquema de balanceo de los elementos que son susceptibles de balanceo por parte de NetScaler para una infraestructura de XenApp y XenDesktop 7.9.

Figura 11. Esquema de balanceo de infraestructura de XenApp y XenDesktop 7.9



Autor: Nicolas Bautista

En la Figura 11 se puede evidenciar que tanto el elemento de Delivery Controller como Director se encuentran instalados en los mismo servidores, por lo que se deberá establecer dos puertos TCP diferentes para cada elemento. En este caso se establece el puerto TCP 80 para el servicio de Delivery Controller y el puerto TCP 8081 para el servicio de Director. Sin embargo, la configuración de los virtual server de balanceo tanto de Delivery Controller como de Director se encuentran configurados por puerto 80, ya que Citrix NetScaler cambia la dirección IP y puerto de origen y destino cuando la petición va dirigida hacia los servidores. Es por esto que aunque el usuario ingrese a Director a través de la dirección web *http://director.vaitscloud.lab/Director* (puerto 80), Citrix NetScaler contactará el servicio de Director a través del puerto 8081, sin que el usuario lo perciba.

Para el balanceo de StoreFront, se debe tener en cuenta un aspecto importante y es la persistencia de la sesión. Debido a que StoreFront ofrece el portal web hacia el cual los usuarios ingresan sus credenciales y luego pueden ver sus aplicaciones

publicadas, es necesario que mantengan la sesión hacia un solo servidor de StoreFront y no se lleve a cabo balanceo después de la primera petición generada por el usuario. Los métodos de persistencia fueron mencionados en el marco teórico de este trabajo, y en este caso específico, Citrix recomienda utilizar COOKIE INSERT como método de persistencia<sup>42</sup>. Para Citrix Director es similar, ya que cuando se va a ingresar a esta consola Web, solicita ingreso de credenciales de usuario, para lo cual se requiere mantener la sesión en un solo servidor. En el caso de Delivery Controller no es necesaria la configuración de persistencia. En la Tabla 21 se puede evidenciar las características de los servicios y virtual server para la configuración de balanceo de StoreFront dentro de Citrix NetScaler.

Tabla 21. Configuraciones de balanceo de StoreFront en Citrix NetScaler

Elemento	Configuración
Servicio 1 StoreFront	StoreFront 1 IP: 172.16.10.30 Puerto: 80 Protocolo: HTTP
Servicio 2 StoreFront	StoreFront 2 IP: 172.16.10.31 Puerto: 80 Protocolo: HTTP
Configuración de virtual server	IP: 172.16.10.6 Puerto: 80 Protocolo: HTTP Método de balanceo: LEASTCONNECTION Método de persistencia: COOKIE INSERT
Autor: Nicolas Bautista	

<sup>42</sup> CITRIX SYSTEMS, INC. Load Balancing with NetScaler. Citrix Product Documentation. [en línea]. Citrix Systems, Inc, 1 de junio de 2016. Disponible en Internet: URL<[https://docs.citrix.com/en-us/storefront/3-6/integrate-with-netscaler-and-netscaler-gateway/load-balancing-with-netscaler.html#par\\_anchor\\_title\\_5](https://docs.citrix.com/en-us/storefront/3-6/integrate-with-netscaler-and-netscaler-gateway/load-balancing-with-netscaler.html#par_anchor_title_5)>

En la Tabla 22 se puede evidenciar las características de los servicios y virtual server para la configuración de balanceo de Delivery Controller dentro de Citrix NetScaler.

Tabla 22. Configuraciones de balanceo de Delivery Controller en Citrix NetScaler

Elemento	Configuración
Servicio 1 Delivery Controller	Delivery Controller 1 IP: 172.16.10.32 Puerto: 80 Protocolo: HTTP
Servicio 2 Delivery Controller	Delivery Controller 2 IP: 172.16.10.33 Puerto: 80 Protocolo: HTTP
Configuración de virtual server	IP: 172.16.10.7 Puerto: 80 Protocolo: HTTP Método de balanceo: LEASTCONNECTION
Autor: Nicolas Bautista	

En la Tabla 23 se puede evidenciar las características de los servicios y virtual server para la configuración de balanceo de Director dentro de Citrix NetScaler.

Tabla 23. Configuraciones de balanceo de Director en Citrix NetScaler

Elemento	Configuración
Servicio 1 Delivery Controller	Delivery Controller 1 IP: 172.16.10.32 Puerto: 8081 Protocolo: HTTP
Servicio 2 Delivery Controller	Delivery Controller 2 IP: 172.16.10.33 Puerto: 8081 Protocolo: HTTP
Configuración de virtual server	IP: 172.16.10.8 Puerto: 80 Protocolo: HTTP Método de balanceo: LEASTCONNECTION Método de persistencia: COOKIE INSERT
Autor: Nicolas Bautista	

Por último, se debe especificar el direccionamiento IP para los elementos de soporte de la infraestructura de virtualización de escritorios y aplicaciones. Esto se puede evidenciar en la Tabla 24.

Tabla 24. Direccionamiento IP de elementos de soporte de la infraestructura de virtualización de escritorios y aplicaciones

Elemento	Dirección IP	Elementos que contiene
Controlador de dominio	172.16.10.35/24	Directorio Activo Servicio de DNS
Servidor de bases de datos MS-SQL	172.16.10.34/24	Base de datos del sitio, Base de datos de logs de configuración y Base de datos de monitoreo
Autor: Nicolas Bautista		

**5.4.6 Acceso de los usuarios al laboratorio.** Para el acceso al laboratorio, se deben revisar dos aspectos: acceso a la infraestructura virtual (servidores virtuales, Citrix NetScaler, router) y acceso a los laboratorios de balanceo de carga (acceso a la aplicación web, bases de datos y escritorio virtual).

Para el acceso a la infraestructura virtual, es necesario utilizar el cliente de acceso del hipervisor. En este caso, dado que el hipervisor escogido es XenServer 6.5, el cliente de acceso es XenCenter. A través de este cliente se pueden crear, desplegar y crear máquinas virtuales y administrar todo el entorno de virtualización del servidor virtualizado. Para el acceso y administración del ambiente virtualizado a través de XenCenter, será necesario configurar una dirección IP de administración del servidor físico, que pertenezca a la red de VAITS-ACCESS TEAM, la cual se configura en la instalación de XenServer 6.5 en el servidor físico, al igual que el usuario y contraseña para la administración del mismo.

En la Tabla 25 se pueden ver los requerimientos para la instalación de XenCenter.

Tabla 25. Requerimientos para la instalación de XenCenter

Elemento	Configuración
Sistema Operativo	Windows 8.1, Windows 8, Windows 7 SP1, Windows Vista SP2, Windows 2012R2, Windows Server 2012, Windows Server 2008R2 SP1, Windows Server 2008R2 SP2, Windows Server 2003 SP2
Velocidad de CPU	750 MHz mínimo, 1GHz o mayor frecuencia recomendada
RAM	1GB mínimo, 2 GB o más recomendado
Espacio en disco	100MB, mínimo
Red	Tarjeta de red 100 Mbps o superior
Resolución de pantalla	1024x768 pixeles, mínimo
Fuente: CITRIX SYSTEMS, INC. Citrix XenServer 6.5 Installation Guide. [en línea]. Citrix Systems, Inc, 15 de Enero de 2015. Disponible en Internet: URL< <a href="http://support.citrix.com/servlet/KbServlet/download/38322-102-714672/XenServer-6.5.0_Installation%20Guide.pdf">http://support.citrix.com/servlet/KbServlet/download/38322-102-714672/XenServer-6.5.0_Installation%20Guide.pdf</a> >.	

En la Tabla 26 se pueden observar los requerimientos de administración del servidor virtualizado a través de XenServer 6.5.

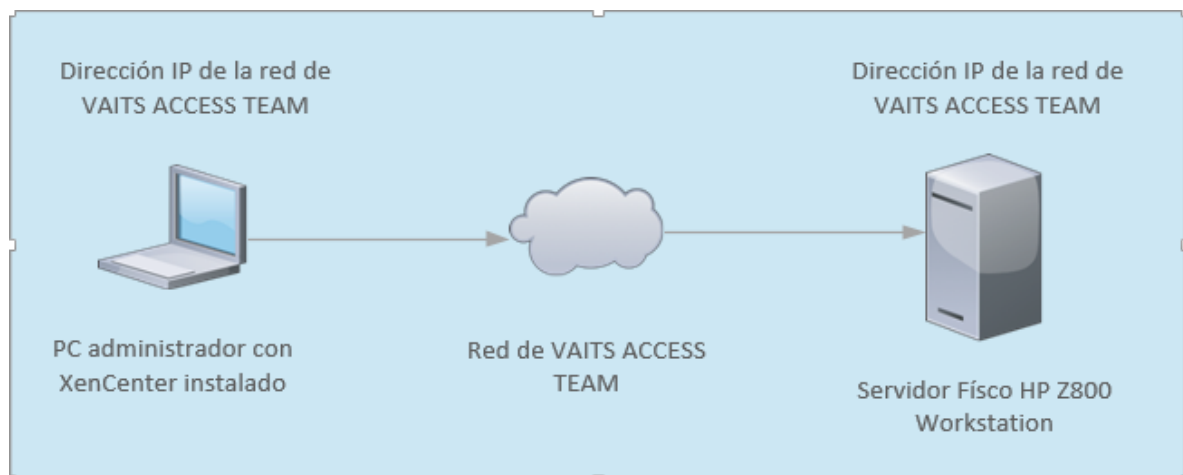


Tabla 26. Requerimientos para la instalación de XenCenter

Elemento	Configuración
Dirección IP	Perteneciente a la red de VAITS-ACCESS TEAM. Pendiente por definir
Usuario de administración de XenServer 6.5 por defecto	Usuario: root
Autor: Nicolas Bautista	

En la Figura 12 se muestra el diagrama de acceso a las máquinas virtuales creadas dentro del servidor físico HP Z800 Workstation, virtualizado a través de XenServer 6.5, y utilizando el cliente XenCenter

Figura 12. Esquema de balanceo de infraestructura.



Autor: Nicolás Bautista.

Para el acceso al laboratorio de balanceo de cargas, se creará una nueva máquina virtual que permita acceder a las aplicaciones web y bases de datos y escritorios virtualizados, y de igual forma, permita acceder a la interfaz gráfica de Citrix NetScaler para evidenciar el funcionamiento real balanceo y la adición o modificación. Para el acceso a la aplicación web balanceada y hacia el escritorio virtualizado a través de XenApp y XenDesktop, es necesario contar con un navegador web. De igual forma se debe contar con la instalación del cliente Receiver, para la correcta apertura del escritorio virtualizado. Adicional para las

pruebas de balanceo de bases de datos, se contará con el acceso por medio un cliente SSH hacia uno de los servidores de bases de datos balanceados, para generar alguna consulta o modificación hacia la IP de balanceo de bases de datos.

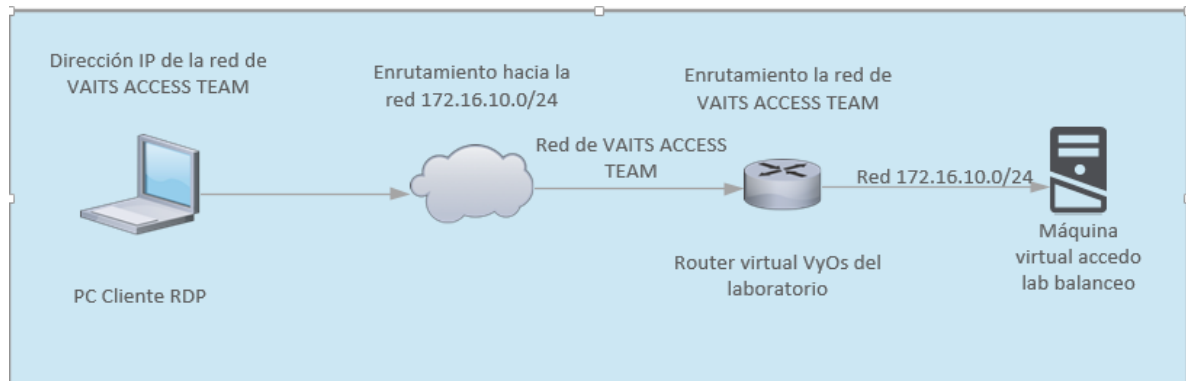
En la Tabla 27 se muestran los requerimientos de hardware y software para la creación de la máquina virtual de acceso hacia el laboratorio de balanceo de cargas.

Tabla 27. Características de hardware, software de la máquina virtual de acceso al laboratorio de balanceo de cargas.

Elemento	Sistema Operativo	Memoria RAM	Espacio en Disco	vCPU	Dirección IP	Elementos que contiene
Máquina virtual acceso laboratorio balanceo de cargas.	Windows Server 2012 R2	2048 MB	40 GB	1 vCPU	172.16.10.50	Navegador web Cliente Receiver Cliente SSH
Autor: Nicolas Bautista						

Para el acceso a esta máquina virtual se puede llevar a cabo a través de dos formas. La primera forma es a través del cliente XenCenter, el cual tiene configurado el acceso remoto a cada máquina virtual del laboratorio. La segunda forma es a través del cliente RPD desde un PC en la red de VAITS-ACCESS TEAM. Para esto será necesario configurar el enrutamiento adecuado tanto en la red de VAITS-ACCESS TEAM como en la red del laboratorio para el acceso RDP desde la red de VAITS-ACCESS TEAM hacia esta máquina virtual, y en general hacia todas las máquinas virtual del laboratorio . En la Figura 13 se evidencia el diagrama general para la conexión RDP hacia la máquina virtual de acceso al laboratorio de carga.

Figura 13. Esquema de balanceo de infraestructura.



Autor: Nicolás Bautista.

**5.4.7 Decisiones claves para el diseño de la topología de red para el laboratorio de balanceo de cargas.** En la Tabla 28 se puede ver en resumen las decisiones de diseño más importantes para la topología de red y el resumen del total de los recursos de cómputo y direccionamiento de red necesarios para la construcción de cada una de las máquinas virtual dentro del servidor físico ya escogido (HP Z800 Workstation).

Tabla 28. Decisiones claves y resumen de recursos de cómputo utilizados para el laboratorio

Ítem	Decisión	Justificación
Router	VyOS 1.1.7	Por ser la última versión estable y además por ser una versión de software libre.
Versión de Firmware y licencia NetScaler VPX	11.0 build 67.12, licencia Platinum 1000 Mbps	Versión de firmware 11. 0 con un año de maduración (último release disponible). Licencia disponible para socios de Citrix.
Número de virtual server de balanceo de carga configurados	6	Sumando los virtual server de balanceo de servidores web, bases de datos y elementos de XenAp y XenDesktop.
Número de virtual server de Content Switching configurados	1	Necesario para el balanceo de bases de datos.
Direcciones IPs	Red Lab: 19 Red VAITS-ACCESSTEAM: 2	Direccionamiento IP necesario para la configuración de las 13 máquinas virtuales totales del laboratorio y la dirección IP de administración de XenServer 6.5
Número total de máquinas virtuales creadas para el laboratorio	13	3 para la configuración de balanceo de servidores web y bases de datos, 7 de la infraestructura de virtualización de aplicaciones y escritorios y 3 correspondientes al router VyOS, NetScaler VPX y máquina virtual de acceso.
Memoria y Espacio en disco utilizada	Memoria: 22 GB Espacio en disco: 422 GB	Sumando el total de memoria RAM y espacio en disco de cada una de las 13 máquinas virtuales dentro del laboratorio. Valores esperados
Memoria y Espacio en disco libre	Memoria: 26 GB Espacio en disco: 408,75 GB	Memoria y espacio en disco libre esperado cuando se realice la implementación
Acceso a máquinas virtuales y administrador del servidor	XenCenter	Cliente de XenServer 6.5 utilizado para la creación, despliegue y administración de máquinas virtuales.
Autor: Nicolás Bautista		

## **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El diseño del laboratorio de balanceo de cargas para las áreas de operaciones y preventa de VAITS-ACCESSTEAM que se desarrolló durante este trabajo, permite establecer el diseño de las funcionalidades más fundamentales del tratamiento de tráfico realizado Citrix NetScaler, que consiste en el balanceo de carga hacia los servidores, ya que de acuerdo a lo establecido en el marco teórico, Citrix NetScaler es un controlador de entrega de aplicaciones que puede realizar tareas de optimización de tráfico y de seguridad, que resultan ser de un valor más agregado para los clientes.

El diseño del balanceo de carga de servidores web establece un primer paso para expandir la funcionalidad hacia el campo de la seguridad. La aplicación WebGoat que se instalará en estos servidores, es una aplicación creada intencionalmente de forma insegura, la cual puede ser usada para identificar y entender de primera mano la funcionalidad de Application Firewall que ofrece Citrix NetScaler. De esta manera, resulta ser una herramienta didáctica para el aprendizaje de esta funcionalidad para el personal técnico y una manera sencilla de realizar pruebas de concepto hacia los clientes, para poder demostrar las funcionalidades de manera más contundente. El diseño balanceo de carga de servidores web también abre una oportunidad de utilizar los módulos de optimización de tráfico HTTP de Citrix NetScaler, utilizando políticas de compresión y caché de este tipo de tráfico.

El balanceo de bases de datos es una funcionalidad de Citrix NetScaler poco conocida, y por lo cual, poco ofertada, pero que merece que sea revisada por el personal técnico de VAITS-ACCESSTEAM para medir su impacto y valor agregado hacia los clientes. Por esta razón el diseño del laboratorio de bases de datos representa el primer acercamiento a esta clase de funcionalidades de Citrix NetScaler, lo cual abre la posibilidad de realizar pruebas sobre otros esquemas de bases de datos, aparte del esquema revisado en este trabajo (maestro-esclavo).

Por otra parte, a pesar que el diseño de este laboratorio solamente asegura el acceso a través de la red interna de VAITS-ACCESSTEAM, es necesario que como una segunda fase después de la implementación, se puede llevar a cabo el diseño para el acceso a través de internet, para que cualquier persona desde un lugar diferente a las oficinas de VAITS-ACCESSTEAM pueda ingresar al laboratorio para realizar presentaciones de pruebas de concepto a clientes, o para realizar pruebas antes de realizar maniobras en las infraestructuras de los clientes.

Se pudo identificar que de acuerdo al consumo de memoria RAM y espacio en disco esperado, se espera consumir cerca del 50% de estos recursos del servidor

HP Z800 Workstation, en el diseño establecido en este trabajo. Se podrá tener un crecimiento de un número igual de servidores que el diseñado, lo cual favorecerá ingresar nuevas funcionalidades, como por ejemplo, esquemas de alta disponibilidad o de cluster a nivel de Citrix NetScaler

Por último, cabe aclarar que el trabajo realizado es una primera aproximación al diseño del laboratorio de balanceo de carga para las áreas de operaciones y preventa de VAITS-ACCESSTEAM, y que definitivamente puede sufrir cambios, adiciones o correcciones a medida que la implementación del mismo se vaya desarrollando. Factores externos que pueden variar las condiciones iniciales del mismo (como cambio en el servidor físico, o cambios en el direccionamiento de red interno de VAITS-ACCESSTEAM), o factores internos como la no contemplación de algún elemento adicional sobre el diseño, pueden hacer que este primer diseño tenga modificaciones.

## BIBLIOGRAFÍA

BONUCELLI, Giorgio. What is ICA Citrix? [en línea]. 30, septiembre, 2015. Disponible en Internet: URL<<http://blog.parallels.com/2015/09/30/what-is-ica-citrix/>>.

BOURKE, Tony. Server Load Balancing. Estados Unidos: O'Reilly & Associates, Inc, 2001. p.3.

CITRIX SYSTEMS, INC. Citrix ICA virtual Channel Overview. [en línea]. Citrix Systems, Inc, 15 de Agosto 2014. Disponible en Internet: URL<<http://support.citrix.com/article/CTX116890>>.

\_\_\_\_\_. Citrix Strategy. [en línea]. Disponible en Internet: URL <[https://www.citrix.com/content/dam/citrix/en\\_us/documents/solution-brief/citrix-strategy-brief.pdf](https://www.citrix.com/content/dam/citrix/en_us/documents/solution-brief/citrix-strategy-brief.pdf)>.

\_\_\_\_\_. Citrix XenServer 6.5 Installation Guide. [en línea]. Citrix Systems, Inc, 15 de Enero de 2015. Disponible en Internet: URL<[http://support.citrix.com/servlet/KbServlet/download/38322-102-714672/XenServer-6.5.0\\_Installation%20Guide.pdf](http://support.citrix.com/servlet/KbServlet/download/38322-102-714672/XenServer-6.5.0_Installation%20Guide.pdf)>.

\_\_\_\_\_. Citrix XenServer 6.5 Virtual Machine User Guide. [en línea]. Citrix Systems, Inc, 20 de abril de 2015. Disponible en Internet: URL <<http://support.citrix.com/servlet/KbServlet/download/38323-102-715588/XenServer->>.

\_\_\_\_\_. Concepts and components. Citrix Product Documentation. [en línea]. Citrix Systems, Inc, 31 de Mayo de 2016. Disponible en Internet: URL<[https://docs.citrix.com/en-us/xenapp-and-xendesktop/7-9/technical-overview/concepts.html#par\\_anchoritle\\_7ba2](https://docs.citrix.com/en-us/xenapp-and-xendesktop/7-9/technical-overview/concepts.html#par_anchoritle_7ba2)>.

\_\_\_\_\_. Configuring Load Balancing for DataStream. Citrix Product Documentation. [en línea]. Citrix Systems, Inc, 15 de mayo de 2015. Disponible en Internet: URL<<https://docs.citrix.com/en-us/netscaler/11/traffic-management/datastream/configure-load-balancing-for-datastream.html>>.

\_\_\_\_\_. Datasheet. [en línea]. Citrix Systems Inc, 2016. Disponible en Internet: URL<[https://www.citrix.com/content/dam/citrix/en\\_us/documents/products-solutions/netscaler-data-sheet.pdf](https://www.citrix.com/content/dam/citrix/en_us/documents/products-solutions/netscaler-data-sheet.pdf)>

\_\_\_\_\_. DataStream Reference. Citrix Product Documentation. [en línea]. Citrix Sytems, Inc, 30 de Marzo de 2012. Disponible en Internet: URL <<https://docs.citrix.com/en-us/netscaler/11/traffic-management/datastream/datastream-reference.html>>.

\_\_\_\_\_. HDX technologies for optimizing application and desktop delivery. White Paper. [en línea]. Citrix Systems, Inc, 2015. p.2. Disponible en Internet: URL<[https://www.citrix.com/content/dam/citrix/en\\_us/documents/products-solutions/citrix-hdx-technologies.pdf](https://www.citrix.com/content/dam/citrix/en_us/documents/products-solutions/citrix-hdx-technologies.pdf)>.

\_\_\_\_\_. How Load balancing works. Citrix Product Documentation. [en línea]. Citrix Systems, Inc, 21 de Octubre de 2015. Disponible en Internet: URL<<https://docs.citrix.com/en-us/netscaler/11/traffic-management/load-balancing/load-balancing-how-it-works.html>>.

\_\_\_\_\_. Installing NetScaler Virtual Appliances on XenServer. Citrix Product Documentation. [en línea]. Citrix Systems, Inc, 23 de agosto de 2013. Disponible en Internet: URL<<https://docs.citrix.com/en-us/netscaler/11/getting-started-with-vpx/install-vpx-on-xenserver.html>>.

\_\_\_\_\_. Load Balancing Algorithms. Citrix Product Documentation. [en línea]. Citrix Syemts, Inc, 29 de Agosto de 2013. Disponible en Internet: URL<<https://docs.citrix.com/en-us/netscaler/11/traffic-management/load-balancing/load-balancing-customizing-algorithms.html>>.



\_\_\_\_\_. Load Balancing with NetScaler. Citrix Product Documentation. [en línea]. Citrix Systems, Inc, 1 de junio de 2016. Disponible en Internet: URL<[https://docs.citrix.com/en-us/storefront/3-6/integrate-with-netscaler-and-netscaler-gateway/load-balancing-with-netscaler.html#par\\_anchortitle\\_5](https://docs.citrix.com/en-us/storefront/3-6/integrate-with-netscaler-and-netscaler-gateway/load-balancing-with-netscaler.html#par_anchortitle_5)>.

\_\_\_\_\_. Powering Digital Transformation. [en línea]. Disponible en Internet: URL<<https://www.citrix.com/about/>>.

\_\_\_\_\_. System requirements. Citrix Product Documentation. [en línea]. Citrix Systems, Inc, Mayo 31 de 2016. Disponible en Internet: URL<<https://docs.citrix.com/en-us/storefront/3-6/system-requirements.html>>.

\_\_\_\_\_. Supported Databases for XenApp and XenDesktop Components. [en línea]. Citrix Systems, Inc, 4 de Marzo de 2016. Disponible en Internet: URL<<http://support.citrix.com/article/CTX114501>>.

\_\_\_\_\_. What is an Application Delivery Controller (ADC)? [en línea]. White Paper. Citrix Systems. Inc, 2016. Disponible en Internet: URL<[https://www.citrix.com/content/dam/citrix/en\\_us/documents/products-solutions/what-is-an-application-delivery-controller-adc.pdf](https://www.citrix.com/content/dam/citrix/en_us/documents/products-solutions/what-is-an-application-delivery-controller-adc.pdf)>.

\_\_\_\_\_. XenServer 6.5: Configuration Limits. [en línea]. Citrix Systems, Inc, 2015. Disponible en Internet: URL<[http://docs.citrix.com/content/dam/en-us/xenserver/xenserver-65/XenServer-6.5.0-Configuration\\_Limits.pdf](http://docs.citrix.com/content/dam/en-us/xenserver/xenserver-65/XenServer-6.5.0-Configuration_Limits.pdf)>.

FIEDLING, R; IRVINE, UC y GETTYS,J, et al. Hypertext Transfer Protocol – HTTP/1.1.[en línea]. The Internet Society, 1999. Disponible en Internet: URL<<https://tools.ietf.org/html/rfc2616#page-176>>.

GARTNER. Magic Quadrant for Application Delivery Controllers. [en línea]. Gartner, Octubre 6 de 2015. Disponible en Internet: URL <<https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-2P2AS8G&ct=151007&st=sb>>.

JAVVIN TECHNOLOGIES, INC. Network Protocols Hanbook. 2 ed. Saratoga (California): Javvin Technologies Inc., 2005. 16 p.

KUSNETZKY, Dan. Virtualization: A Managers' Guide. Sebastopol: O'Reilly Media, Inc, 2011. p. 1.

MICROSOFT. What Are Domains and Forest. TechNet. [en línea]. Microsoft, Noviembre 19 de 2014. Disponible en Internet: URL <[https://technet.microsoft.com/en-us/library/cc759073\(v=ws.10\).aspx](https://technet.microsoft.com/en-us/library/cc759073(v=ws.10).aspx)>.

NETCRAFT. February 2016 Web Survey. [en línea]. Netcraft, 22 de Febrero de 2016. Disponible desde Internet:

URL<<https://news.netcraft.com/archives/2016/02/22/february-2016-web-server-survey.html>>

NIÑO CAMAZON, Jesús. Sistemas operativos monopuesto. Madrid: Editorial Editex S.A, 2011. p. 93.

ORACLE CORPORATION. Sakila Sample Database Introduction. [en línea] Oracle Corporation, 2016. Disponible en Internet: URL<<https://dev.mysql.com/doc/sakila/en/sakila-introduction.html>>.

OWASP. Category: OWASP WebGoat Project. [en línea]. OWASP, 26 de Julio de 2016. Disponible en Internet: URL <[https://www.owasp.org/index.php/Category:OWASP\\_WebGoat\\_Project](https://www.owasp.org/index.php/Category:OWASP_WebGoat_Project)>.

\_\_\_\_\_. WebGoat Installation. [en línea]. OWASP, 10 de Febrero de 2014. Disponible en Internet: URL <[https://www.owasp.org/index.php/WebGoat\\_Installation](https://www.owasp.org/index.php/WebGoat_Installation)>.

POPPELGAARD, Thomas. Citrix XenServer 6.5. [en línea]. 13 de Enero de 2015. Disponible en Internet: URL <<http://www.poppelgaard.com/citrix-xenserver-6-5>>.

REFERENCE FOR BUSINESS. Citrix Systems, Inc. - Company Profile, Information, Business Description, History, Background Information on Citrix Systems, Inc. [en línea]. Disponible en Internet: URL <<http://www.referenceforbusiness.com/history2/98/Citrix-Systems-Inc.html#ixzz4lndsfBvV>>.

ROETNBERG, Rick y SANDBU, Marius. Mastering NetScaler VPX. Birmingham (UK): Packt Publishing Ltd, Noviembre de 2015. p. 110-111.

SALCHOW, KJ. Load Balancing 101: The Evolution to Application Delivery Controllers [en línea]. White Paper. F5 Networks, Inc, 23 de Abril de 2012. Disponible desde Internet: URL <<https://f5.com/Portals/1/Cache/Pdfs/2421/load-balancing-101-the-evolution-to-application-delivery-controllers-.pdf>>.

SANDBU. Marius. Implementing NetScaler VPX. Birmingham (UK): Packt Publishing Ltd, Abril de 2015. p. 23-25.

SECURITIES AND EXCHANGE COMMISSION. Form 8-K. [en línea]. [Washington, DC]: 1 de Junio de 2005. Disponible en Internet: URL<<http://investors.citrix.com/secfiling.cfm?filingID=1157523-05-5210&CIK=877890>>

SYSADMIT. VMWare: Esxi gratuito limitaciones. [en línea]. Sysadmit, Marzo 13 de 2016. Disponible en Internet: URL <<http://www.sysadmit.com/2016/03/vmware-esxi-gratuito-limitaciones.html>>.

SUMASTRE, Michael Gabriel. Virtualization 101: What is a Hypervisor? [en línea]. PluralSight, 27, febrero, 2013. Disponible en internet: URL<<https://www.pluralsight.com/blog/it-ops/what-is-hypervisor>>.

THE OPENSOURCE INICIATIVE. The BSD 2-Clause License. [en línea]. Disponible en Internet: URL <<https://opensource.org/licenses/bsd-license.php>>.

VYOS PROJECT. Main Page.[en línea]. Comunidad VYOS, 4 de septiembre de 2016. Disponible en internet: URL <[http://wiki.vyos.net/wiki/Main\\_Page](http://wiki.vyos.net/wiki/Main_Page)>.